



Escuela  
Politécnica  
Superior

# LA TIERRA

## Cortometraje de Animación 3D



Grado en Ingeniería Multimedia

### Trabajo Fin de Grado

Autora:

Ana Martínez Alemañ

Tutor/es:

Gabriel Jesús García Gómez

Santiago Timoteo Puente Méndez



Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante

Septiembre 2016



*Gracias a mi familia, por apoyarme y acompañarme en todo el  
proceso;  
a Javier, por aconsejarme y soportarme sin separarse de mi lado  
durante todo el desarrollo;  
y gracias a mi tutor Gabriel, por guiarme y resolver mis dudas.*





# Justificación y Objetivos

Este proyecto tiene como objetivo principal la realización de un cortometraje de animación 3D, de una temática de elección propia. Para su desarrollo se pretende seguir un proceso similar al que se lleva en las producciones profesionales de cortometrajes de animación, con la diferencia de que en este caso todas las etapas del desarrollo serán realizadas por la misma persona con los múltiples beneficios para el aprendizaje que ello supone.

La elección de este proyecto fue motivada por la fascinación hacia la animación 3D, además del gran abanico de posibilidades que se brindan a la hora de elegir una temática y un estilo de cortometraje en este tipo de trabajos. Con este proyecto, se puede explotar la imaginación y creatividad sin límite alguno, además de aplicar muchos de los conocimientos adquiridos a lo largo de estos cuatro años de grado universitario y fortalecer la capacidad para realizar un proyecto de tal envergadura de manera individual, sin tener que centrarse en un solo campo (como ocurre en las animaciones profesionales), sino poder realizar íntegramente las distintas partes que lo componen, para tener, de esta forma, un conocimiento más amplio. Otra de las razones por las que tuvo lugar esta elección, fue la posibilidad de contar una historia con un mensaje que haga reflexionar a aquellos que lo vean, denunciando alguno de los grandes problemas a los que nos enfrentamos en la actualidad, de manera que consiga una reacción y reflexión interna en los espectadores.

Por lo tanto, este Trabajo Final de Grado, está orientado a la adquisición y aplicación de todos los conocimientos necesarios para realizar cada una de las fases que componen este tipo de proyectos, fortaleciendo, además, todos aquellos que ya se poseen. Para ello, será necesario pasar por las etapas de preproducción, producción y postproducción del proyecto, estudiando todas las herramientas a utilizar, y conseguir un producto en el que se pueda demostrar lo aprendido en asignaturas como *Modelado y Animación por Computador*, *Realidad Virtual*, *Sistemas Multimedia* y *Postproducción digital*; además de todo lo adquirido de manera autodidacta, intentando obtener un resultado de calidad profesional.



# Índice de contenidos

1	Introducción .....	17
2	Marco teórico o Estado del arte .....	18
2.1	Animación por ordenador .....	18
2.2	Historia de la animación por ordenador.....	18
2.3	La animación por ordenador en la actualidad .....	23
2.4	Principales estudios de animación .....	24
3	Objetivos .....	26
4	Metodología .....	28
4.1	Preproducción .....	28
4.1.1	Desarrollo de la idea .....	28
4.1.2	Guion .....	28
4.1.3	Bocetado .....	29
4.1.4	<i>Storyboard</i> .....	29
4.2	Producción .....	29
4.2.1	Modelado .....	29
4.2.1.1	Técnicas de modelado .....	30
4.2.1.2	<i>Low poly</i> .....	33
4.2.2	Texturizado .....	34
4.2.3	Creación de escenarios .....	35
4.2.4	Iluminación .....	35
4.2.5	Animación .....	36
4.2.6	Cámaras .....	38
4.2.7	Renderizado .....	39
4.3	Postproducción.....	40

4.3.1	Montaje.....	40
4.3.2	Audio .....	40
4.4	Herramientas .....	40
5	Cuerpo del trabajo .....	42
5.1	Argumento del cortometraje .....	42
5.1.1	Medioambiente .....	42
5.1.2	Híper población .....	43
5.1.3	Contaminación.....	43
5.1.3.1	Contaminación atmosférica .....	44
5.1.3.2	Contaminación del agua.....	44
5.1.3.3	Contaminación del suelo.....	44
5.1.4	Deforestación.....	45
5.1.5	Extinción de especies.....	45
5.1.6	Desertificación.....	46
5.1.7	Calentamiento global .....	46
5.2	Guion .....	47
5.3	<i>Storyboard</i> .....	54
5.4	Bocetado .....	59
5.5	Modelado .....	60
5.5.1	Modelado del planeta.....	60
5.5.2	Modelado de elementos decorativos.....	64
5.5.2.1	Modelado de elementos de vegetación .....	64
5.5.2.2	Modelado de edificios y objetos .....	68
5.5.2.3	Modelado de animales y el personaje .....	72
5.6	Texturizado .....	74
5.7	Creación de escenarios.....	83

5.7.1	Escena 1 .....	83
5.7.2	Escena 2 .....	85
5.7.3	Escena 3 .....	86
5.7.4	Escena 4 .....	86
5.7.5	Escena 5 .....	88
5.7.6	Escena 6 .....	90
5.7.7	Escena 7 .....	91
5.7.8	Escena 8 .....	92
5.7.9	Escena 9 .....	93
5.7.10	Escena 10 .....	94
5.7.11	Escena 11 .....	94
5.7.12	Escena 12 .....	96
5.7.13	Escena 13 .....	98
5.7.14	Escena 14 .....	98
5.8	Iluminación .....	99
5.9	Cámaras .....	100
5.10	Fondo .....	100
5.11	Animación.....	101
5.11.1	Escena 1 .....	101
5.11.2	Escena 2 .....	103
5.11.3	Escena 3 .....	103
5.11.4	Escena 4 .....	104
5.11.5	Escena 5 .....	105
5.11.6	Escena 6 .....	106
5.11.7	Escena 7 .....	107
5.11.8	Escena 8 .....	107

5.11.9	Escena 9 .....	108
5.11.10	Escena 10 .....	111
5.11.11	Escena 11 .....	113
5.11.12	Escena 12 .....	115
5.11.13	Escena 13 .....	116
5.11.14	Escena 14 .....	116
5.11.15	Escena 15 .....	117
5.12	Renderizado .....	118
5.13	Montaje .....	120
5.14	Audio .....	126
6	Resultados .....	129
7	Conclusiones .....	134
8	Bibliografía y referencias .....	136

# Índice de figuras

Figura 2.1 Dibujo del teatro óptico.....	19
Figura 2.2 Imagen de la película Tron (1982).....	20
Figura 2.3 Escena del baile de la película La bella y la bestia (1991).....	21
Figura 2.4 Imagen de la película Toy Story (1995).....	21
Figura 2.5 Imagen de la película Antz (1998).....	22
Figura 2.6 Captura de movimiento para el personaje Gollum en El Señor de los Anillos: Las dos torres (2002).....	23
Figura 2.7 Escena de Juego de Tronos antes y después de los efectos especiales .....	24
Figura 2.8 Cartel de Buscando a Dory (2016) por Disney Pixar.....	25
Figura 2.9 Cartel de Frozen (2013) de Disney .....	25
Figura 4.1 Técnica spline modeling aplicada a un vaso .....	31
Figura 4.2 Box modeling de un dinosaurio .....	32
Figura 4.3 Poly modeling de una cara .....	33
Figura 4.4 Paisaje low poly hecho con Cinema 4D y Photoshop.....	34
Figura 4.5 Iluminación por tres puntos.....	36
Figura 4.6 Animación por captura de movimiento.....	37
Figura 4.7 Fotogramas clave de un salto .....	38
Figura 4.8 Tipos de planos cinematográficos.....	39
Figura 4.9 Tipos de angulación de la cámara .....	39
Figura 5.1 Storyboard página 1 .....	54
Figura 5.2 Storyboard página 2 .....	55
Figura 5.3 Storyboard página 3 .....	56
Figura 5.4 Storyboard página 4 .....	57
Figura 5.5 Storyboard página 5 .....	58

Figura 5.6 Bocetos.....	59
Figura 5.7 UV Sphere.....	61
Figura 5.8 Planeta de lava sin textura.....	61
Figura 5.9 Prueba de esfera low poly .....	62
Figura 5.10 Esfera con textura de la Tierra .....	63
Figura 5.11 Continentes low poly .....	63
Figura 5.12 Modelos de pinos low poly .....	65
Figura 5.13 Modelo del tronco de un árbol low poly .....	65
Figura 5.14 Modelos de árboles low poly .....	66
Figura 5.15 Modelo de un cactus low poly .....	67
Figura 5.16 Modelos low poly de varios elementos del paisaje.....	67
Figura 5.17 Modelado del tren .....	68
Figura 5.18 Proceso modelado del barco .....	69
Figura 5.19 Modelado del avión.....	70
Figura 5.20 Proceso de modelado de un iglú.....	71
Figura 5.21 Modelado de edificios, fábrica y bolsa de basura .....	71
Figura 5.22 Proceso de modelado de un elefante low poly .....	72
Figura 5.23 Proceso de modelado de un pájaro low poly.....	73
Figura 5.24 Proceso modelado de un pez low poly .....	73
Figura 5.25 Proceso de modelado de un personaje .....	74
Figura 5.26 Render de un pino y de un pino nevado low poly .....	74
Figura 5.27 Render de árboles low poly.....	75
Figura 5.28 Render de un cactus low poly .....	75
Figura 5.29 Render de un arbusto low poly.....	76
Figura 5.30 Render de una nube low poly .....	76
Figura 5.31 Render de rocas y rocas nevadas low poly .....	77



Figura 5.32 Render de un tronco talado y césped low poly .....	77
Figura 5.33 Render de un tren low poly .....	77
Figura 5.34 Render de un avión low poly .....	78
Figura 5.35 Render de un barco low poly .....	78
Figura 5.36 Render de edificios low poly .....	79
Figura 5.37 Render de una fábrica low poly .....	79
Figura 5.38 Render de un iglú low poly .....	80
Figura 5.39 Render de una bolsa de basura low poly .....	80
Figura 5.40 Render de un elefante low poly.....	81
Figura 5.41 Render de un pájaro low poly .....	81
Figura 5.42 Render de un pez low poly.....	82
Figura 5.43 Render de una persona low poly .....	82
Figura 5.44 Montaje del escenario básico .....	83
Figura 5.45 Montaje escena 1 .....	84
Figura 5.46 Render de la escena 1 .....	85
Figura 5.47 Render de la escena 2 .....	85
Figura 5.48 Render de la escena 3 .....	86
Figura 5.49 Creación de árboles en la superficie de la esfera .....	87
Figura 5.50 Render de la escena 4 .....	88
Figura 5.51 Extrusión de cubo a lo largo de una curva .....	88
Figura 5.52 Texturización de la carretera.....	89
Figura 5.53 Herramienta Follow Path .....	89
Figura 5.54 Render de la escena 5 .....	90
Figura 5.55 Render de la escena 6 .....	90
Figura 5.56 Render de la escena 7.1 .....	91
Figura 5.57 Render de la escena 7.2 .....	91

Figura 5.58 Render de la escena 8.1 .....	92
Figura 5.59 Render de la escena 8.2 .....	93
Figura 5.60 Render de la escena 9 .....	93
Figura 5.61 Render de la escena 10 .....	94
Figura 5.62 Material Wire .....	95
Figura 5.63 Render de la escena 11 .....	95
Figura 5.64 Material Halo .....	96
Figura 5.65 Render de la escena 12.1 .....	96
Figura 5.66 Material de la nube semi-transparente .....	97
Figura 5.67 Render de la escena 12.2 .....	97
Figura 5.68 Render de la escena 13 .....	98
Figura 5.69 Render de la escena 14 .....	99
Figura 5.70 Opciones de la luz .....	100
Figura 5.71 Opciones del fondo .....	101
Figura 5.72 Creación de humo .....	102
Figura 5.73 Animación de la escena 1 .....	102
Figura 5.74 Modificador Wave animado.....	103
Figura 5.75 Animación de la escena 2.....	103
Figura 5.76 Animación de la escena 3.....	104
Figura 5.77 Herramienta Shape Keys.....	105
Figura 5.78 Animación de la escena 4.....	105
Figura 5.79 Animación mediante Follow Path.....	106
Figura 5.80 Animación de la escena 5.....	106
Figura 5.81 Animación de la escena 6.....	107
Figura 5.82 Animación de la escena 7.....	107
Figura 5.83 Animación de la escena 8.....	108

Figura 5.84 Herramienta Dynamic Paint para Canvas .....	108
Figura 5.85 Herramienta Dynamic Paint para Brush .....	109
Figura 5.86 Partículas afectadas por el Dynamic Paint .....	110
Figura 5.87 Esfera con árboles pintados mediante Dynamic Paint y partículas .....	110
Figura 5.88 Esfera pintada con árboles y troncos mediante Dynamic Paint y partículas .....	111
Figura 5.89 Animación de la escena 9.....	111
Figura 5.90 Rigging del pájaro .....	112
Figura 5.91 Rigging de la trompa del elefante .....	112
Figura 5.92 Animación de la escena 10.....	113
Figura 5.93 Herramienta Cell Fracture.....	114
Figura 5.94 Herramienta Smooth .....	114
Figura 5.95 Animación de la escena 11 .....	115
Figura 5.96 Animación de la escena 12.....	115
Figura 5.97 Animación de la escena 13.....	116
Figura 5.98 Animación de la escena 14.....	116
Figura 5.99 Aplicación de físicas mediante Rigid Body .....	117
Figura 5.100 Creación de la explosión del planeta.....	118
Figura 5.101 Animación de la escena 15.....	118
Figura 5.102 Valores del renderizado.....	119
Figura 5.103 Renderizado con fondo transparente .....	120
Figura 5.104 Montaje de las escenas por orden en After Effects .....	120
Figura 5.105 Montaje del texto arriba y abajo .....	121
Figura 5.106 Animación de las letras .....	121
Figura 5.107 Montaje del texto rodeando el planeta .....	122
Figura 5.108 Animación de letras redondeando el planeta .....	122

Figura 5.109 Creación del título del cortometraje .....	123
Figura 5.110 Animación del título del cortometraje.....	123
Figura 5.111 Creación del efecto de estrellas.....	124
Figura 5.112 Animación del efecto de estrellas .....	124
Figura 5.113 Creación de fundido negro .....	125
Figura 5.114 Animación del fundido negro.....	125
Figura 5.115 Producción final del vídeo en el editor de vídeo de Blender .....	126
Figura 5.116 Montaje del vídeo con sonidos en Blender .....	128
Figura 6.1 Resultado del cortometraje 1.....	129
Figura 6.2 Resultado del cortometraje 2.....	130
Figura 6.3 Resultado del cortometraje 3.....	131
Figura 6.4 Resultado del cortometraje 4.....	132
Figura 6.5 Resultado del cortometraje 5.....	133

# 1 Introducción

En este proyecto se va a realizar un cortometraje utilizando técnicas de cine de animación 3D, definiendo las distintas partes que lo componen durante el proceso. Hoy en día, la animación 3D está en auge en los numerosos campos en los que se aplica. Se producen múltiples largometrajes y cortometrajes importantes al año internacionalmente, los cuales se usan en muchas ocasiones para denunciar problemas actuales o representar realidades que hagan reflexionar a los espectadores y tomar conciencia de situaciones normalmente ignoradas o evitadas. Además, es una forma fácil de llegar a todo el público por el gran contenido visual que poseen.

Para comenzar este trabajo, lo primero a tener en cuenta es la temática que se desea seguir y la historia que se desea representar. A continuación, se ha de pasar por las distintas fases de su creación: el desarrollo del guion textual y guion gráfico o *storyboard*, el modelado y texturizado de todos los elementos, la iluminación y la animación de los mismos, el renderizado de las escenas y, por último, la edición y realización del producto final.

El cortometraje a realizar es de temática medioambiental, con el objetivo de denunciar una realidad, muchas veces ignorada, e intentar concienciar al espectador de un importante problema al que se enfrenta el mundo en la actualidad y que necesita solución. Por ello, se ha de realizar una investigación previa sobre el estado del medioambiente hoy en día, todos los problemas a los que se enfrenta y las posibles formas de solucionarlos.

Con todo esto, se plantea un cortometraje en el que se representará a la Tierra, con distintos elementos que componen el medioambiente, y en el que se explicarán y representarán los problemas y consecuencias, tanto de manera textual como gráfica, con la intención de llegar al espectador de una forma totalmente visual, para que tome conciencia sobre un problema importante que está en nuestras manos cambiar, o al menos evitar que se siga agravando.

## 2 Marco teórico o Estado del arte

Antes de comenzar a desarrollar el proyecto, se va a realizar una investigación sobre la animación por ordenador a lo largo de la historia, para llegar al estado en el que se encuentra en la actualidad. De esta forma, podremos entender cómo surgió y cómo ha ido evolucionando a lo largo del tiempo, además de la trascendencia que tiene actualmente.

### 2.1 Animación por ordenador

La animación es la técnica mediante la cual se crea la ilusión de movimiento con imágenes, dibujos, figuras, recortes, objetos o cualquier otro elemento. La animación por ordenador, por otro lado, consiste en crear imágenes en movimiento mediante el uso de un ordenador. Para conseguir la sensación de movimiento, se muestran por pantalla muchas imágenes seguidas, con un pequeño cambio en cada una de ellas, de manera que se engaña al ojo humano, que capta el proceso como un movimiento real.

Los gráficos creados pueden ser tanto en dos dimensiones como en tres, aunque actualmente los más utilizados son los gráficos 3D.

### 2.2 Historia de la animación por ordenador

La animación como tal surge en el año 1661, con la invención de **La Linterna Mágica**, un aparato que proyectaba imágenes pintadas en un cristal colocado en él, hacia el exterior.

En el año 1736, se logró proyectar por primera vez una simulación de una imagen en movimiento. Algunos años e inventos más tarde, aproximadamente entre los años 1892 y 1900, se creó un aparato capaz de proyectar dibujos animados: el **teatro óptico**. Éste proyectaba dibujos animados móviles a partir de imágenes puestas sobre una banda flexible con algunas perforaciones que mostraban alrededor de 15 imágenes por segundo, frente a un sistema de iluminación basado en la linterna mágica.



*Figura 2.1 Dibujo del teatro óptico*

*Fuente: [http://lanuez.blogspot.com.es/2006\\_10\\_01\\_archive.html](http://lanuez.blogspot.com.es/2006_10_01_archive.html)*

Con los años, se fue mejorando la calidad de la imagen y las técnicas de dibujo, siendo así como surgen nuevos dibujos animados, ya no cortos, sino que se presentaban historias completas de larga duración. Algunos de estos dibujos eran *Tom y Jerry*, *El correcaminos*, o *El coyote*, entre otros.

Por lo tanto, antes de la llegada de los ordenadores, la animación se realizaba mediante la filmación de secuencias dibujadas o pintadas a mano sobre plástico o papel, llamados **celuloides**. Cada fotograma o imagen, se creaba de manera independiente y, para crear la ilusión de movimiento, se proyectaban las imágenes a mayor velocidad.

Con la invención del ordenador, se da origen a la animación por computador. Sin embargo, durante los primeros 20 años en los que se usó el ordenador para crear y animar imágenes, no hubo una gran repercusión en la industria del cine y de la televisión, utilizándose en esos primeros años en otros campos.

*Tron* (1982) fue la primera película que contenía planos completamente generados por ordenador que tuvo relevancia en el campo de la animación, aunque solo tenía 15 minutos de animación por ordenador. A esta le siguió *The Last Starfighter* (1984), pero a pesar del avance técnico, ambas fracasaron comercialmente, por lo que los directores cinematográficos dejaron de lado la utilización del ordenador por un tiempo.



*Figura 2.2 Imagen de la película Tron (1982)*

*Fuente: <http://inthemouthofdorkness.blogspot.com.es/2013/06/movie-review-tron.html>*

Los estudios *Pixar* crearon el primer personaje íntegramente realizado por ordenador para la película *Las aventuras del joven Sherlock Holmes* en 1985, sin embargo, este tipo de imágenes generadas por ordenador no llegaron a tener más renombre hasta 1989, año en que *El abismo*, de James Cameron, ganó el Premio de Efectos Visuales de la Academia de Hollywood. Además, en el año 1991 *Terminator 2* consiguió un *Óscar* por sus efectos especiales.

En la siguiente década cada vez eran más comunes las imágenes creadas por ordenador en 2D en películas animadas, unidas a los fondos que todavía eran dibujados a mano. Además, en 1991 se creó la primera secuencia en la que se utilizó el ordenador para crear un diseño y ambiente que diera la idea de que la cámara se movía en todas las direcciones, y ello fue concretamente en el baile de *La bella y la bestia*, película de animación de *Disney*. En ella, sólo los personajes fueron hechos completamente a mano, fotograma por fotograma, a diferencia de todos los demás elementos que fueron modelados en 3D para el salón.





*Figura 2.3 Escena del baile de la película La bella y la bestia (1991)*

*Fuente: <https://nocivodomingo.wordpress.com/tag/la-bella-y-la-bestia/>*

En 1993, con *Jurassic Park*, se introdujeron dinosaurios creados por ordenador, integrados con gran calidad a las secuencias reales. Mediante esta película se produjo un cambio en la industria cinematográfica, evolucionando de la animación de movimientos fotograma a fotograma, a técnicas digitales más avanzadas.

En 1995, los estudios de animación *Pixar* junto con la producción de *Disney*, estrenaron el primer largometraje comercial generado completamente por computadora: *Toy Story*. Este se convirtió en un importante éxito para la compañía, además de asentar las bases de la animación digital en largometrajes, ya que no sólo se incluía una tecnología avanzada, sino que se construyeron personajes y diálogos que daban sentido a la historia.



*Figura 2.4 Imagen de la película Toy Story (1995)*

*Fuente: <https://animationfascination.wordpress.com/2013/11/22/a-fascinating-day-in-animation-history-pixars-toy-story-1995/>*

Durante los años siguientes, la animación por ordenador se fue popularizando, creándose nuevos estudios de producción, mientras que los que ya existían pasaban de la animación tradicional a la animación por ordenador.

En 1998, la película *Antz*, *Hormigaz*, fue la segunda en realizarse íntegramente por ordenador. Fue creada por *Dreamworks*, que compitió con el predominio de *Disney* y creó las bases para los nuevos contenidos en el cine de animación.



*Figura 2.5 Imagen de la película Antz (1998)*

*Fuente: <http://onthesetofnewyork.com/antz.html>*

Ya en los años 2000, los efectos especiales estaban dominados por las imágenes creadas por ordenador. Los actores fueron sustituidos por actores virtuales y se creaban extras generados por computador en escenas de multitudes.

Más adelante, comenzó a aplicarse la captura de movimiento en la industria cinematográfica, como en el caso de *Titanic*, *Star Wars: Episodio I – La amenaza fantasma* y *Final Fantasy: El espíritu en nosotros*. Esta última fue la primera en usar completamente la captura de movimiento, además de la primera en usar personajes realizados por ordenador fotorrealistas, aunque no tuvo mucho éxito debido a que los personajes se aproximaban demasiado a los seres humanos, lo que causaba confusión. En 2002, Peter Jackson en su película *El Señor de los Anillos: las dos torres*, utilizó el primer sistema de captura de movimiento en tiempo real, para animar el modelo 3D del personaje *Gollum* en directo.



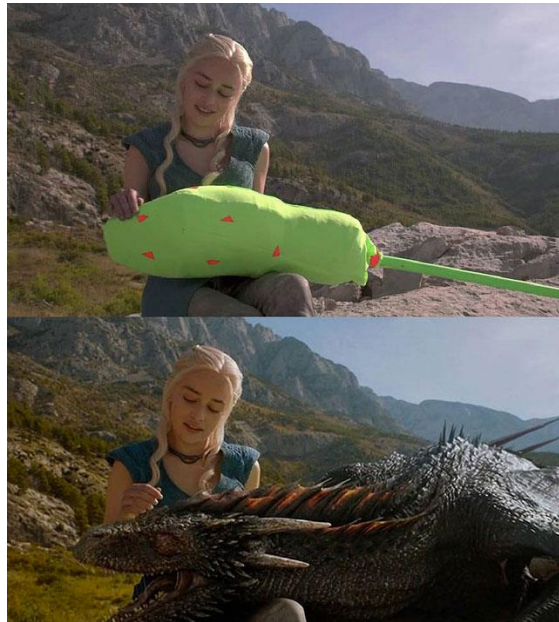
*Figura 2.6 Captura de movimiento para el personaje Gollum en El Señor de los Anillos: Las dos torres (2002)*

*Fuente: <http://satellitereign.com/dev-diary-02/>*

## 2.3 La animación por ordenador en la actualidad

Hoy en día, la animación por ordenador es utilizada en muchos campos y está totalmente integrada en la cinematografía. Se ha dejado atrás la animación tradicional y se realizan muchos largometrajes y cortometrajes mediante la animación 3D. Este tipo de animación está en constante evolución y cada día es más sencillo de realizar, más preciso y más rápido, avanzando junto con la tecnología, que está en constante crecimiento. Cuanto mejor son las máquinas, el proceso de creación de animaciones 3D puede lograr resultados mejores, con gráficos mucho más complejos.

Actualmente, la animación por ordenador no sólo se utiliza para las películas de animación hechas completamente por ordenador, sino en prácticamente todas las películas, para crear los efectos especiales deseados y cualquier escenario o elemento imaginado. La mayoría de estas películas, tienen tanto imágenes reales como imágenes creadas por ordenador, y lo mismo ocurre con todo tipo de largometrajes, cortometrajes, series, etc., consiguiéndose gráficos de gran realismo y totalmente integrados en las imágenes reales.



*Figura 2.7 Escena de Juego de Tronos antes y después de los efectos especiales*

*Fuente: <http://ckfdez.es/2016/04/escenas-de-peliculas-y-series-antes-y-despues-de-los-efectos-especiales/>*

Por lo tanto, en la actualidad se puede conseguir mostrar por pantalla todo lo imaginable e inimaginable. Sin embargo, el proceso sigue siendo costoso, se necesita a muchas personas para realizarlo, además de tecnologías de gran capacidad y mucho tiempo de dedicación, con los elevadísimos costes que ello supone. En el futuro, este proceso cada vez será más sencillo, más rápido, con mejores gráficos y animaciones más realistas.

## 2.4 Principales estudios de animación

Hoy en día existen numerosos estudios dedicados a la animación, pero los más conocidos no son tantos. El más importante en la actualidad es **Disney Pixar**, conocido así desde que *Disney* compró el estudio de **Pixar** en 2006, con el cual había realizado colaboraciones años anteriores. Por su parte, **Pixar** comenzó con *Toy Story* y ha realizado desde entonces 17 películas, siendo la más reciente a día de hoy *Buscando a Dory* (2016). La mayoría de las películas realizadas por este estudio, ha tenido mucho éxito comercial y buenas críticas. Además de largometrajes, el estudio ha producido numerosos cortometrajes de animación con relevancia.





*Figura 2.8 Cartel de Buscando a Dory (2016) por Disney Pixar*

*Fuente: <http://www.cinescolci.com/pelicula/ver/buscando-a-dory>*

Otro de los grandes estudios es **Walt Disney Animation Studios**, que fue pionero en las películas de animación y ha logrado éxitos tan grandes como *Frozen* (2013), la película animada con mayor recaudación en la historia.



*Figura 2.9 Cartel de Frozen (2013) de Disney*

*Fuente: <http://worldtraveledfamily.com/tag/frozen-movie/>*

A estos les siguen otros estudios importantes, como **DreamWorks Animation**, con producciones como *Shrek* y *Madagascar*; **Industrial Light & Magic**, **Madhouse** y **Studio Ghibli**, entre otros.

### 3 Objetivos

Centrando el estudio y análisis en este Trabajo de Fin de Grado, su objetivo principal es la creación de un cortometraje de animación 3D, definiendo las distintas partes del mismo, es decir, la preproducción, producción y postproducción. De esta forma, se podrán adquirir conocimientos sobre técnicas y herramientas utilizadas en la producción de animaciones 3D.

Además, se pretende crear una historia con la que el espectador reflexione y tome conciencia sobre el problema actual que existe con la destrucción del medioambiente en la Tierra, debido a todas las acciones humanas que se vienen produciendo desde tiempo atrás, sin tener en cuenta las consecuencias. Esto se ha decidido con la intención de crear una historia con un mensaje reivindicativo, de la misma forma que en muchas ocasiones se hace profesionalmente con los cortometrajes.

Los objetivos específicos del proyecto, por tanto, son:

1. Definir las distintas fases de creación de un cortometraje de animación 3D, es decir, la preproducción, con la creación del guion, del *storyboard* y de los bocetos; la producción, con el modelado de todos los elementos y escenarios, y la animación de los mismos; y la postproducción, con el añadido de los efectos especiales y el audio.
2. Aplicar conocimientos adquiridos en la universidad sobre la producción 3D, además de adquirir nuevos conocimientos sobre habilidades y técnicas desconocidas y que puedan servir de base para futuros proyectos relacionados.
3. Conocer las herramientas utilizadas para la producción 3D y saber elegir las adecuadas para cada momento, además de profundizar en su uso consiguiendo adquirir conocimientos sobre las mismas necesarios para la realización de todo aquello que necesite el proyecto.
4. Representar una historia de reflexión que reivindique un tema importante, para que el espectador tome conciencia y actúe en consecuencia.
5. Llevar a cabo todo el proceso de creación de un cortometraje de animación 3D de manera similar a los estudios de animación, con la diferencia de la

realización de todas las etapas de manera propia, adquiriendo un conocimiento más amplio y general, en lugar de especializado.

6. Obtener un Trabajo de Fin de Grado que pueda servir de carta de presentación para proyectos profesionales futuros.

## 4 Metodología

Para la realización del cortometraje es necesario pasar por tres fases generales: la preproducción, la producción y la postproducción. Cada una de estas fases estará comprendida por otras más específicas que deberán realizarse de manera incremental, es decir, unas dependerán de las otras, por lo que será necesario realizarlas en orden, de forma que todo esté bien planificado y organizado, aspecto muy importante a la hora de realizar un proyecto.

### 4.1 Preproducción

En esta primera etapa se realiza la planificación del proyecto mediante distintos tipos de herramientas que sirven de ayuda a la hora de realizarlo. Es decir, se decide todo aquello que se va a realizar y se representa en papel.

A continuación se va a explicar detalladamente cada fase de la preproducción.

#### 4.1.1 Desarrollo de la idea

En esta fase, se debe realizar una investigación sobre los cortometrajes de animación para poder obtener ideas que sirvan para formar la idea final de nuestro proyecto. Además, en el caso concreto de este trabajo es necesario informarse sobre distintos problemas actuales a los que se enfrenta la sociedad, para elegir uno a reivindicar y con el que llamar la atención al espectador.

Una vez elegida la temática deberemos escribir la descripción de la idea general, es decir, una descripción breve sobre el argumento de la historia. A continuación, se tendrá que escribir la sinopsis de la misma, es decir, un resumen general de la historia con más detalle que la idea general, pero sin ser demasiado largo y exhaustivo.

#### 4.1.2 Guion

El guion es un documento en el que se expone detalladamente el contenido de una obra audiovisual. Es una parte fundamental de estos proyectos, ya que contiene una descripción profunda de todas las escenas, incluyendo acontecimientos, descripción del



entorno, diálogos, acciones de los personajes y objetos, etc. Es el primer paso para poder comenzar la producción y sirve de guía para la misma. Por ello, primero se creará el guion del cortometraje a realizar, explicando en detalle todo aquello que va a contener la animación y todo lo que va a ocurrir durante la misma.

### 4.1.3 Bocetado

Una vez se tiene el guion, se realizará un bocetado de todos los elementos que va a contener el cortometraje, o todos aquellos que sean necesarios bocetar. Es decir, se realizará un bocetado de todo aquello que se va a modelar y necesite de un dibujo previo para poder conseguir el resultado deseado. En ocasiones, no es necesario realizar algunos bocetos a la hora de modelar, ya que se siguen imágenes de objetos reales.

### 4.1.4 *Storyboard*

A continuación, se realizará el *storyboard* del cortometraje, el cual es un guion gráfico, es decir, un conjunto de viñetas en las que se define la planificación esencial de la obra audiovisual. Con esta composición de ilustraciones se obtiene una organización de las secuencias, escenas y planos, además de bocetos de cada una de las escenas, que facilita el trabajo a la hora de crear los escenarios más adelante.

En el *storyboard* aparece el número de secuencia, escena y plano, el movimiento o efecto de la cámara, la acción de cada escena representada visualmente y comentarios sobre la acción, narración o diálogos.

## 4.2 Producción

Una vez realizada la preproducción, todo estará preparado para poder comenzar el desarrollo del cortometraje en sí mismo. Se pasará, por tanto, a la etapa de producción, en la que se realiza todo lo necesario para obtener el cortometraje. Para ello, existen distintas fases por las que debemos avanzar para conseguir el resultado final.

### 4.2.1 Modelado

En esta fase se realizará el modelado de todos los elementos que componen el cortometraje. Esto consiste en crear los objetos en un entorno 3D mediante un software

de modelado que ofrece multitud de herramientas para llevarlo a cabo. Se trasladarán los elementos creados en papel a objetos 3D.

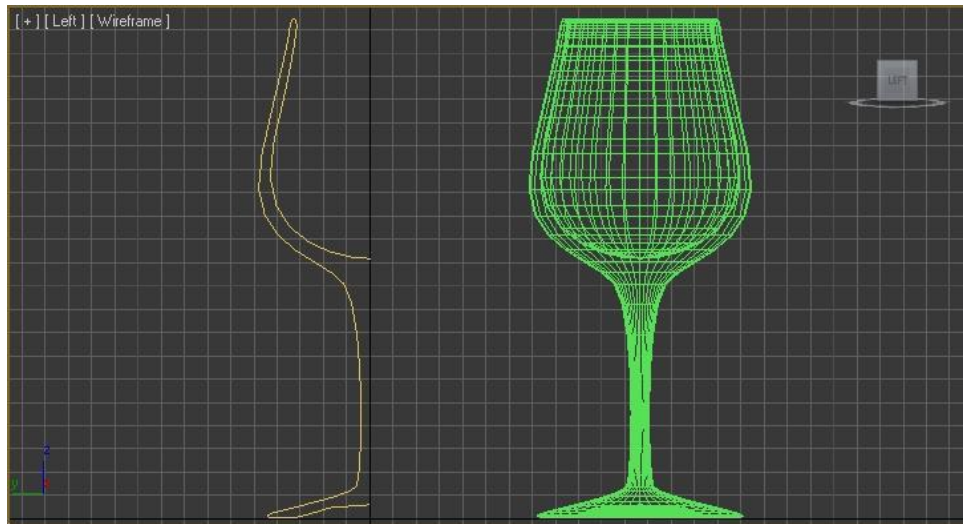
#### 4.2.1.1 Técnicas de modelado

Modelar consiste en obtener una malla 3D a partir de una forma simple. Una de las técnicas más sencillas de modelar consiste en coger un objeto simple, llamado *primitiva*, y extenderlo hasta obtener una forma que puede ser refinada y detallada. Estas primitivas pueden ser desde un simple punto, llamado vértice (*vertex*), una línea de dos dimensiones, llamada arista (*edge*), una curva, llamada *spline*, hasta objetos tridimensionales, como cubos o esferas.

Estas primitivas pueden ser manipuladas hasta obtener el objeto con la forma deseada usando cualquiera de las técnicas de modelado que existen. Actualmente se cuenta con tres técnicas básicas de modelado: *spline* o *patch modeling*; *box modeling*; y *poly modeling* o *edge extrusion*.

El *spline* o *patch modeling* es una técnica que consiste en utilizar *splines* para crear los objetos 3D. Un *spline* es una curva del espacio 3D definida por al menos dos puntos de control. En esta técnica normalmente se utilizan las curvas de *bezier* o las NURBS y consiste en colocar las curvas alrededor de los contornos que forman el objeto, formando un esqueleto del mismo. A continuación, el software se encarga de interpolar automáticamente el espacio entre las curvas, es decir, de crear polígonos extendidos entre dos *splines*, formando una piel 3D alrededor de la forma.

Esta técnica se usa principalmente en la creación de objetos que sean una combinación de formas curvas, como vasos, coches y muebles. Es una de las técnicas más antiguas y tradicionales, aunque no es muy usada hoy en día para personajes ya que requiere mucho tiempo para obtener buenos resultados.

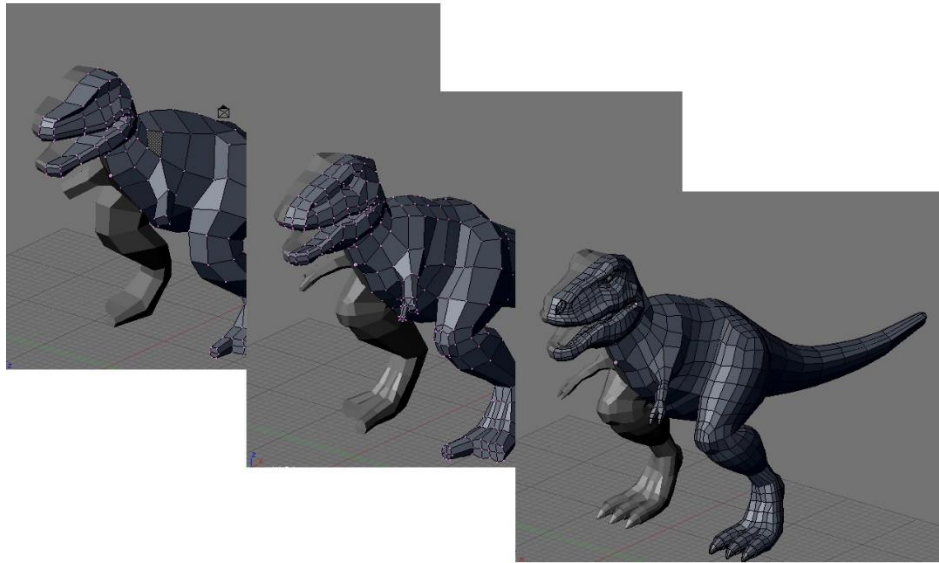


*Figura 4.1 Técnica spline modeling aplicada a un vaso*

*Fuente: <https://bb3d.wordpress.com/tag/spline-modelling/>*

El *box modeling* consiste en modelar el objeto a partir de una primitiva, que normalmente suele ser un cubo, una esfera o un cilindro. Se le van añadiendo detalles a esta primitiva, seccionándola y extendiendo sus caras hasta obtener la forma deseada. Se extruyen los polígonos de la primitiva, es decir, se crean otros polígonos unidos al primero y se modifican para que cojan la forma adecuada. Una vez se tiene la malla básica, se refina y se añaden detalles mediante la subdivisión, para suavizar las aristas. Esto se hace hasta obtener la malla con el suficiente detalle poligonal que requiera.

Esta técnica es muy útil para crear modelos orgánicos, como personajes. Es una de las técnicas más populares y se usa muchas veces junto con *poly modeling*.

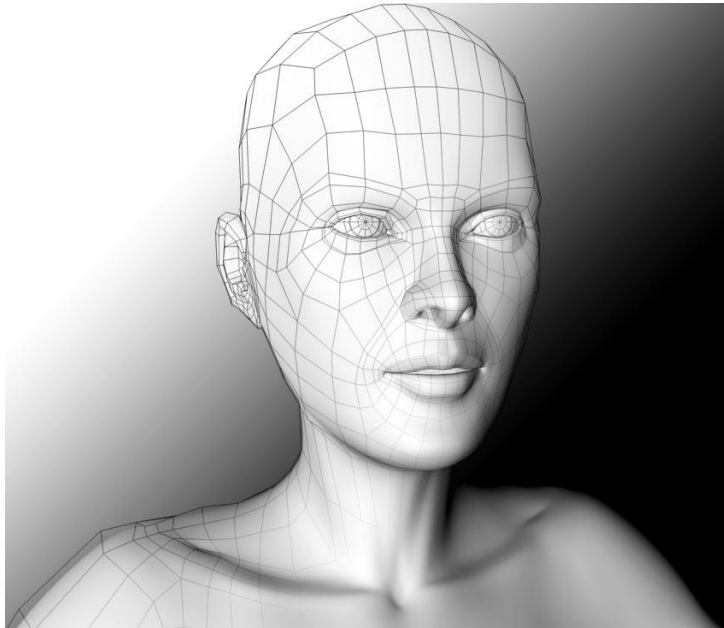


*Figura 4.2 Box modeling de un dinosaurio*

*Fuente: Wikimedia Commons*

Por último, el *poly modeling* o *edge extrusion* consiste en crear el modelo 3D punto por punto o cara por cara. Se empieza con un simple plano y se extruyen las aristas del mismo, creando otros polígonos unidos al primero. De esta forma, se va creando cada polígono que conforma el objeto, consiguiendo un enfoque muy detallado del mismo. Para poder realizar esto normalmente es necesario tener una buena referencia del objeto que se quiere modelar.

Esta técnica no es especialmente sencilla, pero es probablemente la más precisa y efectiva. Se utiliza principalmente para objetos orgánicos, sobretodo cabezas y rostros. Por lo tanto, es utilizada muy a menudo junto con el *box modeling* para crear personajes, de manera que los brazos, piernas y torso se crean con *box modeling*, mientras que la cabeza, manos y pies son modelados mediante polígonos, para obtener más detalles.



*Figura 4.3 Poly modeling de una cara*

*Fuente: Wikipedia*

#### 4.2.1.2 Low poly

Para este proyecto, se va a utilizar la técnica conocida como *low poly*. Esta técnica consigue un estilo de diseño cuyo nombre viene de *low polygon*, es decir, pocos polígonos, que consiste en una apariencia de los objetos 3D con poco detalle, ya que tienen muy marcados los polígonos con picos y se pueden observar las caras que posee cada objeto. Este tipo de modelado está basado en el ya nombrado *box modeling*, ya que se parte de una primitiva con pocos polígonos, y se va modificando hasta obtener la forma adecuada.

Esta técnica consigue acabados muy atractivos y una forma simple de representar todo tipo de elementos, además de obtener objetos rápidos de renderizar, ya que cuantos menos números de triángulos haya, más rápido se renderiza. Por todo esto se ha decidido utilizar esta técnica, considerando que es muy apropiada para el tipo de cortometraje a realizar.

Para lograr esta técnica, hay que tener en cuenta varios aspectos. El primero de ellos es que la iluminación de los modelos es plana (*flat shaded*) para obtener un aspecto de bloque, es decir, con los polígonos marcados. Otro aspecto a tener en cuenta es crear

objetos con pocos polígonos cercanos a las formas geométricas básicas. También se puede triangular la malla para obtener mejores resultados, de forma que sólo es necesario dividir los cuadrados en dos triángulos juntos. Por último, las luces son muy importantes en esta técnica, por lo que se debe usar *Ambient Occlusion* y *Global Illumination* para crear el resultado perseguido.



*Figura 4.4 Paisaje low poly hecho con Cinema 4D y Photoshop*

*Fuente: <http://jorgegs.es/portfolio/paisaje/>*

## 4.2.2 Texturizado

Una vez se tienen todos los elementos modelados, se pasará a la fase de texturizado, la cual es tan importante como la de modelado. El texturizado permite añadir color al modelo, simular materiales -como la madera- y detallar ciertos aspectos sin necesidad de modificar la geometría del modelo.

Por lo tanto, la textura es una imagen que se aplica a los polígonos y consigue lograr que los objetos sean más realistas sin crear geometría nueva. Esta textura puede ser una imagen *bitmap* o mapa de bits, o una textura procedural. La primera está compuesta por píxeles, es una imagen creada mediante un *software* o una foto; y la segunda está definida matemáticamente, es una imagen o mapa de entorno que permite crear la impresión de reflexiones y refracciones.

En nuestro proyecto, debido a que se va a realizar en *low poly*, el texturizado consistirá simplemente en la aplicación de colores planos a los modelos, debido a que este tipo de estilo no contiene texturas complejas ni pretende obtener objetos realistas.

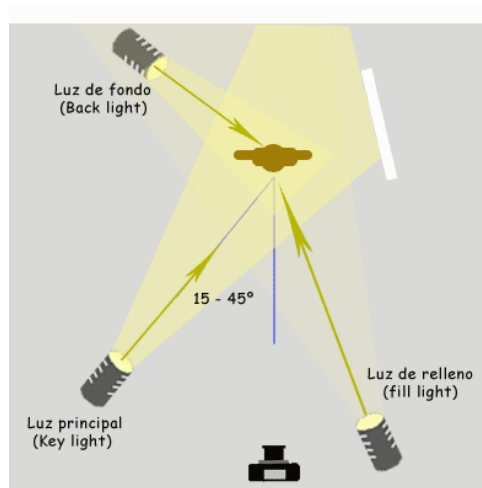
### 4.2.3 Creación de escenarios

Una vez tengamos todo modelado, podremos crear los escenarios que aparecen en cada una de las escenas siguiendo las imágenes de referencia creadas para el *storyboard*. Para ello, se importan todos los modelos que compongan la escena en un nuevo proyecto, se colocan en la posición correcta y, en ocasiones, se utilizan algunas técnicas para lograr tener el escenario tal y como se desea.

### 4.2.4 Iluminación

A continuación deberemos iluminar las escenas, algo fundamental en todas las producciones audiovisuales. Gracias a la luz, se consigue el ambiente deseado, además de las sombras y los efectos que harán que el resultado mejore.

Existen distintas técnicas básicas utilizadas en el mundo del cine y de la televisión, pero una de las más utilizadas es la iluminación en tres puntos, es decir, iluminación mediante tres luces, lo que permite marcar las formas tridimensionales de una escena. Está formada por una luz principal, que es la luz dominante que provee a la escena de la luz principal; la luz de relleno primaria, que se coloca en el lado opuesto del modelo, iluminando la parte que está en sombra; y la luz trasera, que nos ayuda a separar el modelo del fondo, dando profundidad a la escena.



*Figura 4.5 Iluminación por tres puntos*

*Fuente: <http://www.asprimultimedia.com.ar/cursos/lighting/light5.htm>*

Sin embargo, existen más técnicas de iluminación ya que las luces pueden disponerse como se precise. Existen cuatro clases de luces principales:

- Radial: Es una luz que procede de un punto concreto emitiendo rayos en todas las direcciones, como lo haría una bombilla o una llama.
- Spot/foco: Es una luz focal dirigida hacia una dirección concreta y formando un cono de luz, como las luces de teatros o espectáculos.
- Paralela: Es una luz que puede simular el Sol, ya que emite rayos paralelos desde un punto concreto; como los del Sol cuando llegan a la Tierra.
- Ambiente: Es una luz que no procede de ningún punto concreto, sino que viene de todas las direcciones.

En nuestro caso, debido a que no pretendemos crear un estilo realista, no precisa de una iluminación compleja.

## 4.2.5 Animación

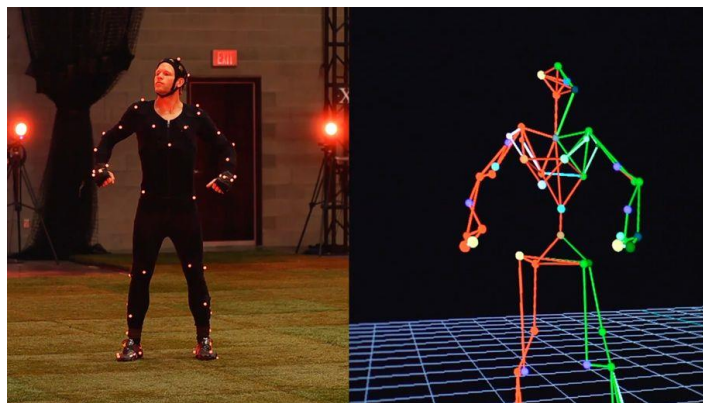
La animación consiste en la creación de imágenes sucesivas que producen la sensación de movimiento. Permite representar modelos que evolucionan a lo largo del tiempo, cambiando su posición, tamaño, color, iluminación, textura, etc. La animación, está formada por varias imágenes estáticas (fotogramas) que se unen, creando la ilusión de movimiento continuo.



Una secuencia de imágenes se caracteriza por su resolución, el número de colores y el número de imágenes mostradas por unidad de tiempo (*frame rate*), normalmente por segundo. Estas animaciones se componen de una gran cantidad de *frames* (fotogramas). No puede haber menos de 12 *frames* por segundo (fps) para que el cerebro vea un objeto en movimiento, y tampoco puede tener una velocidad mayor de 70 fps, ya que no se conseguiría mejor calidad que con una velocidad menor. En la animación tradicional realizada mediante dibujos, se utilizaba el menor número de fps posibles, es decir, 12, ya que el trabajo de dibujar cada una de las imágenes era muy costoso. Sin embargo, con la animación por ordenador, este proceso se ha facilitado y se pueden crear animaciones de mayor número de fps.

Existen diversas técnicas para crear animaciones por ordenador, algunas de las más comunes son la rotoscopia; la animación paso a paso; la animación por cotas y la animación procedural.

La rotoscopia consiste en capturar un movimiento real para utilizar esa información a la hora de mover el diseño creado en el ordenador. Es la también conocida como captura de movimiento, que permite conseguir movimientos de gran realismo.



*Figura 4.6 Animación por captura de movimiento*

*Fuente: <http://www.3djuegos.com/11716f22602/video/fifa-13/captura-movimientos>*

La animación paso a paso se realiza definiendo manualmente cada uno de los fotogramas. Por otro lado, la animación por cotas consiste en crear el movimiento mediante unos fotogramas fundamentales, llamados *keyframes*, con los que, a

continuación, el sistema genera automáticamente los fotogramas intermedios mediante métodos de interpolación.



*Figura 4.7 Fotogramas clave de un salto*

*Fuente: <https://matthewmcdonough.wordpress.com/gallery/3d-computer-art/>*

Por último, la animación procedural consiste en crear el movimiento de forma algorítmica mediante reglas que controlan la modificación de los parámetros a lo largo del tiempo.

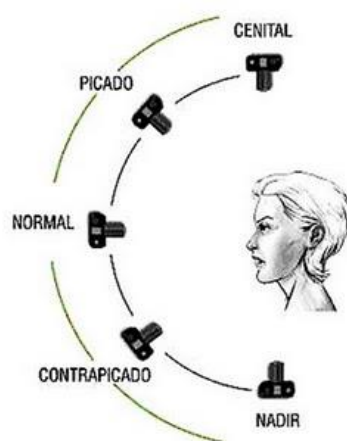
## 4.2.6 Cámaras

Una vez tengamos todas las animaciones creadas, será necesario posicionar la cámara adecuadamente en la escena, en función de lo establecido en la preproducción. Esta cámara puede animarse de igual manera que los modelos creados para obtener efectos determinados, como acercarse a un punto o alejarse del mismo, o el seguimiento de personajes u objetos. Además, según la posición de la cámara en la escena y su ángulo, se tendrá un plano distinto de la escena, el cual permite ver la imagen de una determinada manera, creando el efecto deseado.



*Figura 4.8 Tipos de planos cinematográficos*

*Fuente: <http://es.slideshare.net/glarraaldsv/encuadre-y-angulos-de-vision>*



*Figura 4.9 Tipos de angulación de la cámara*

*Fuente: <http://elradiodeaccion.blogspot.com.es/p/blog-page.html>*

## 4.2.7 Renderizado

Renderizar consiste en generar una imagen o vídeo partiendo de un modelo en 3D, y es un proceso realizado por animadores y programas de diseño en 3D. En nuestro caso, será el proceso mediante el que se obtienen las imágenes o vídeo de todas las escenas animadas.

Para realizar el renderizado, los programas de diseño 3D suelen tener su propio renderizador, por lo que utilizaremos el renderizador del software utilizado. Además, se

pretenderá conseguir una buena calidad, con gran resolución de pantalla y con una animación fluida.

## 4.3 Postproducción

En esta última etapa de postproducción o edición, con todo el material necesario para realizar el cortometraje, se realizará el montaje final. Es decir, se juntará el render de todas las escenas en orden, se añadirán los efectos y textos necesarios, y se pondrá la música y sonidos adecuados.

### 4.3.1 Montaje

El montaje consiste en juntar todas las escenas en el orden establecido para que la historia cobre sentido, tal y como se haya decidido en el guion. Para ello, se unen los vídeos o imágenes renderizadas, se añaden ciertos efectos de transición entre escenas u otros, se añade el texto en caso de haber y se realizan las ediciones necesarias para lograr el resultado deseado.

### 4.3.2 Audio

En esta etapa se añaden todos los sonidos que aparecen en el cortometraje, desde la música de fondo, a los efectos de sonido. En nuestro caso, las composiciones ya creadas serán descargadas de Internet, ya que no se dispone de los conocimientos musicales necesarios para crearlas.

Una vez descargados, se podrán añadir al montaje en el tiempo apropiado para que suenen cuando sea necesario.

## 4.4 Herramientas

El modelado se va a llevar a cabo principalmente con *Blender*, ya que se considera personalmente que permite modelar todo tipo de objetos de manera sencilla y rápida debido a que tiene muchos atajos de teclado fáciles de recordar y herramientas sencillas de utilizar. *Blender* es un *software* libre, ya que es gratuito y de código abierto, centrado principalmente en el modelado, iluminación, renderizado, animación, *rigging* y creación

de gráficos tridimensionales. Sin embargo, tiene otras utilidades como la edición de vídeos, escultura y pintura digital y creación de juegos. Es compatible con todo tipo de plataformas, tanto *Windows*, como *Mac OS X*, *Linux*, etc.

Para la animación, también se va a utilizar *Blender*, debido a que es más sencillo animar en el mismo programa en el que se ha modelado, ya que *Blender* tiene modificadores que se utilizan para modelar y que posteriormente pueden ser animados; por lo que si se cambia de *software*, no podríamos animar estos modificadores.

Además, se utilizará *Adobe After Effects* para la postproducción del cortometraje, el montaje y todas las animaciones textuales de las que estará compuesto. *After Effects* es un programa que permite realizar composiciones gráficas, con movimientos y efectos especiales, mediante la superposición de capas. Se utiliza para crear vídeos animados principalmente y es compatible con la mayoría de plataformas.

Para la edición de los sonidos, por su parte, se va a utilizar el programa *Audacity*, que es un editor de audio libre, disponible para todas las plataformas.

Por último, para introducir los sonidos al cortometraje se utilizará de nuevo *Blender*, con su editor de vídeo. Este permite introducir los archivos de sonido que se quiera, situándolos en el tiempo en el que deban empezar y controlar algunos parámetros del mismo, como el volumen, la duración, etc. Además, permite visualizar el vídeo mientras se escucha el audio, desde el tiempo que se quiera comenzar, a diferencia de *AfterEffects*, que solo permite ver y escuchar todo el vídeo seguido, y no sólo la parte que sea de interés. Esa es la razón principal por la que no se va a utilizar el mismo programa para el montaje que para el audio.

# 5 Cuerpo del trabajo

## 5.1 Argumento del cortometraje

Tras un largo estudio de distintos cortometrajes de animación, de historias reflexivas y de problemas actuales que existen en el mundo, se ha decidido realizar una animación centrada en la destrucción actual del medioambiente debido a las acciones humanas. Por lo tanto, el cortometraje que se va a realizar es una reivindicación de los problemas del medioambiente que existen en la actualidad y que son causados por la acción del hombre. Con esto, se pretende conseguir informar y concienciar al espectador de una manera muy visual y llamativa que llame a la reflexión. Para realizar el cortometraje, primero debemos llevar a cabo una investigación previa sobre el medioambiente y sus problemas.

### 5.1.1 Medioambiente

El planeta Tierra se formó hace 4.550 millones de años, junto con el Sistema Solar y unos mil millones de años después surgió la vida. La Tierra es el hogar de millones de especies, de seres humanos, animales y plantas. Todas estas especies necesitan de los mismos elementos para sobrevivir, tanto aire como agua, luz y alimento. Sin embargo, los seres humanos, con muchas de nuestras actividades, estamos destruyendo el planeta muchas veces sin saberlo.

El medioambiente es el conjunto de elementos abióticos -todo aquello que no forma parte o no es producto de los seres vivos- como la energía solar, el suelo, el agua y el aire; y elementos bióticos, que son todos los organismos vivos, junto con las relaciones que existen entre ellos. Actualmente, se observan grandes problemas ambientales, es decir, relacionados con el medioambiente que son resultado del crecimiento de la población y los limitados recursos del planeta, además de la sobreexplotación de estos recursos naturales.

Con los primeros seres humanos, el impacto sobre el medioambiente comenzó a raíz de la Revolución Agrícola, en la que se destruía la vegetación natural para poder crear cultivos y, por otro lado, con la domesticación de animales, se comenzó el sobrepastoreo.

Además, la necesidad del uso de leña condujo a destruir árboles y a agotar bosques enteros.

Conforme la población iba creciendo, los problemas iban aumentando. Los problemas más significativos comenzaron a surgir con la Revolución Industrial, en la cual surgió el uso y explotación de los combustibles fósiles para la obtención de energía, además de la explotación intensiva de los recursos minerales de la Tierra. Con esa nueva fuente de energía, los seres humanos aumentaron la producción y el consumo, y mejoraron muchas de las actividades humanas como es el caso de la agricultura, que permitió el aumento de los alimentos y, por tanto, el crecimiento de la población. En el año 1800, la población total era de 978.000.000, en 1990 era de 5.263.593.000, es decir, casi seis veces más. Junto a este aumento, se incrementa el consumo de recursos naturales.

Con la utilización de los combustibles fósiles, los seres humanos han conseguido provocar grandes cambios en la atmósfera, el agua, el suelo, la vegetación y los animales. Además, permitieron al ser humano avanzar tecnológicamente y comenzar nuevas actividades que aumentaron el impacto al medioambiente.

Por lo tanto, los problemas ambientales a los que nos enfrentamos hoy en día son varios: la hiper población, la contaminación, la deforestación, la extinción de especies, la desertificación y el calentamiento global.

### 5.1.2 Híper población

La población no para de crecer. En el último siglo, la población pasó de menos de mil millones de personas a más de siete. En 1990 la población era de 5.266.008.555 y en 2016, es de 7.397.835.935. Esto supone un mayor consumo de los recursos naturales y una mayor contaminación, devastando todo aquello que sea necesario con tal de obtener lo imprescindible y no para vivir.

### 5.1.3 Contaminación

La contaminación es uno de los mayores problemas que amenazan al medioambiente en la actualidad. La contaminación es la introducción de sustancias en un medio que alteran negativamente su estado natural. El ser humano, con sus actividades, contamina el aire, el agua y la tierra.

### 5.1.3.1 Contaminación atmosférica

La atmósfera es una capa de la Tierra, mezcla de gases, que rodea el planeta y sin la cual la vida no podría existir. Tiene una capa de ozono que protege la vida contra la radiación ultravioleta del Sol y que, debido a la contaminación, está reduciéndose, formándose agujeros.

Esta contaminación consiste en la liberación de sustancias químicas y partículas en la atmósfera, creando una alteración en su composición. En sus inicios, surgió con la quema de madera para obtener calor. Cuando la madera comenzó a escasear, se empezó a consumir el carbón como combustible. Además, con el crecimiento de las industrias, aumentó aún más la contaminación y el surgimiento de los automóviles provocó el aumento de emisiones de gases contaminantes, ya que millones de vehículos aportan día a día toneladas de gases que deterioran la calidad del aire y provocan que, cada vez, sea menos respirable.

Con toda esta contaminación atmosférica, comenzó la amenaza del calentamiento global, un incremento de la temperatura de la Tierra.

### 5.1.3.2 Contaminación del agua

Otro problema derivado de la actividad humana, es la contaminación del agua, sin la cual no puede existir la vida. Los seres humanos han explotado los recursos de agua, desviando los cauces de los ríos, extrayendo agua subterránea y contaminando las fuentes de agua. Conforme ha aumentado la población, ha aumentado la utilización del agua, y cada vez un mayor porcentaje de ésta queda contaminado debido a todo tipo de desechos y de vertidos de líquidos y sólidos procedentes de las industrias. Además, la liberación descontrolada de CO<sub>2</sub> produce una acidificación de los océanos, y los derrames de petróleo al mar, contaminan y dañan a todo tipo de especie, cuyo hábitat es ese.

### 5.1.3.3 Contaminación del suelo

Además de la contaminación atmosférica y acuífera, existe la contaminación del suelo. Ésta se produce con productos químicos liberados sobre y bajo la tierra, sobretodo hidrocarburos como petróleo, metales pesados, plaguicidas, fertilizantes y todo tipo de desechos. Esta contaminación tiene lugar principalmente en los parques industriales, los



basureros municipales, las zonas sobrepobladas y los depósitos de químicos, combustibles y aceites, además de las zonas agrícolas en las que se utilizan fertilizantes o pesticidas en exceso.

#### 5.1.4 Deforestación

La deforestación es el proceso en el que, debido a la acción humana, se destruye la superficie forestal. Se debe principalmente a las talas y/o a las quemas realizadas por las industrias madereras, además de por la obtención de suelo para la agricultura, la minería, la ganadería y la construcción, y al aumento de la incidencia e intensidad de incendios. El problema más grave es la tala de árboles sin una reforestación posterior.

Actualmente, la deforestación se concentra en América Latina, África Occidental y algunas regiones de Asia. Ha habido un 17% de pérdida de selva amazónica, la cual es conocida como el pulmón del mundo. Además, un 15% del efecto invernadero está causado por la deforestación.

Desde 1990, se han perdido 129 millones de hectáreas de bosque. En 1990 había 4.128 millones de hectáreas, sin embargo, en 2015 había 3.999 millones.

Los bosques son especialmente importantes, debido a que absorben dióxido de carbono, proporcionan hábitats que mantienen la biodiversidad del planeta y son necesarios para muchas actividades humanas.

Aunque en los últimos años se ha reducido la pérdida anual de bosques, de un 0,18% entre 1990-2000 a 0,09% de 2000-2015; la extensión de los bosques sigue disminuyendo conforme la población aumenta y hay más demanda de alimentos y tierras.

#### 5.1.5 Extinción de especies

La biodiversidad es el conjunto de especies que habitan en la Tierra. Hoy en día, la biodiversidad está amenazada debido a las acciones humanas. Se destruyen hábitats de especies diariamente y muchas están en extinción, es decir, en peligro de desaparecer. Actualmente, hay 3.309 mamíferos en peligro de extinción, 4.393 aves, 7.819 peces y 14.781 plantas.

Esta extinción se debe a factores como la deforestación, la contaminación y la cacería furtiva. Uno de los problemas a los que nos enfrentamos hoy en día es a la sobrepesca, que es la causante de la pérdida de aproximadamente 1.000 especies anuales en todo el mundo.

### 5.1.6 Desertificación

La desertificación es una degradación del suelo fértil y productivo, perdiendo total o parcialmente su potencial de producción. Es el resultado de diversos factores, como las variaciones climáticas y las actividades humanas. Normalmente, suele producirse debido a la explotación intensiva del terreno con la agricultura, hasta que se agota, dejando de ser fértil.

Las zonas con más desertificación son Madagascar, África, España, Italia, Argentina y Túnez. Para poder recuperar estas tierras, es necesario reforestar progresivamente, introduciendo plantas que vayan soportando el nivel de sequía y aumentando la humedad.

### 5.1.7 Calentamiento global

El calentamiento global es el aumento de las temperaturas de la atmósfera y los océanos de la Tierra, que se ha detectado en la actualidad. Debido a esto, los glaciares se están derritiendo, el nivel del mar aumentando, las selvas secando y la fauna y la flora se ven afectadas. Se debe principalmente a la emisión de gases que retienen el calor, los llamados gases de efecto invernadero. El efecto invernadero es la absorción y emisión de la radiación infrarroja, gracias a los gases de la atmósfera. A través de la quema de combustibles fósiles y otras emisiones de gases, los seres humanos estamos aumentando el efecto invernadero y, como consecuencia, aumentando la temperatura de la Tierra.

El clima está cambiando y muchos seres vivos no pueden adaptarse. Las capas de hielo que existen en zonas como Groenlandia y la Antártida comienzan a derretirse, lo que provoca que el nivel del mar aumente considerablemente. Las condiciones meteorológicas comienzan a ser más extremas, con mayores tormentas, sequías prolongadas e intensas y pérdida de glaciares que se usaban para suministrar agua.

## 5.2 Guion

Una vez se ha realizado el trabajo de investigación previo sobre los problemas medioambientales actuales, se puede pasar a realizar el guion del cortometraje. Primero, se ha de tener clara la definición de la idea del cortometraje, la cual es una breve descripción de la idea principal del mismo.

**La idea general del cortometraje es una reivindicación de los problemas relacionados con el medioambiente, causados por la acción humana, los cuales pueden tener graves consecuencias. Es por ello, que debemos concienciarnos y cambiar nuestra forma de vida.**

A continuación se desarrolla la sinopsis del cortometraje, la cual es una descripción con más detalle del tema que va a tratar y aquello que se va a mostrar.

**La Tierra se formó hace 4.450 millones de años. Unos mil millones de años después, surgió la vida y, desde entonces, la Tierra es el hogar de millones de especies, tanto seres humanos, como animales y plantas. En la actualidad, nuestro hogar se encuentra en peligro. Está sufriendo debido a nuestras acciones, debido a que creemos que es solo nuestro y que se puede explotar hasta la saciedad, sin tener consecuencias. Sin embargo, la contaminación, la deforestación, la extinción de especies, la desertificación y el calentamiento global están logrando la destrucción de la Tierra.**

Una vez tenemos esto, podemos realizar el guion del cortometraje, en el que se explica todo lo que ocurre en él, detalle a detalle. Se describe todo el argumento narrando cada situación, acción, movimiento de la cámara e iluminación en cada una de las escenas que va a tener el cortometraje.

### **1 EXT. PAISAJE VERDE - DÍA - PLANO GENERAL**

El vídeo comienza con un paisaje verde, formado por pinos, montañas con picos nevados y un cielo azul con alguna nube. Se oyen algunos PÁJAROS y aparece por la esquina inferior izquierda un TREN que se desplaza hacia la derecha hasta desaparecer, mientras va expulsando humo. Conforme desaparece el humo por la parte superior, aparece el título del cortometraje:

## LA TIERRA

### 2 FONDO OSCURO CON ESTRELLAS - PLANO GENERAL

Comienza a aumentar un punto en el centro, convirtiéndose en una esfera de colores rojo, naranja y amarillo. Mientras tanto van apareciendo estrellas en el fondo negro, las cuales parpadean.

Arriba aparece el siguiente texto:

Hace 4.550 millones de años, se formó la Tierra

La esfera aumenta hasta quedar en el centro de la escena con los colores de la lava, cuya superficie se mueve simulando un líquido.

### 3 FONDO OSCURO CON ESTRELLAS - PLANO GENERAL

El texto desaparece y la esfera da una vuelta rápida sobre sí misma, convirtiéndose en un globo terráqueo con sus continentes. La esfera gira lentamente sobre sí misma durante unos segundos.

Arriba aparece el siguiente texto:

Hicieron falta muchos años

Y en la parte de abajo aparece:

hasta llegar a lo que conocemos hoy

### 4 FONDO AZUL CLARO - PLANO GENERAL

El texto desaparece y la esfera da una vuelta rápida, mientras tanto aparecen árboles, animales, plantas y personas sobre la superficie de la misma. Los continentes han desaparecido, la esfera ha quedado de color verde y contiene un río junto con un lago y nubes flotando a cierta distancia alrededor de la superficie. La esfera gira lentamente sobre sí misma durante unos segundos.

Arriba aparece el siguiente texto:

El hogar de millones de especies

## 5 FONDO GRIS - PLANO GENERAL

El texto desaparece y la esfera gira rápidamente sobre sí misma, mientras el fondo se hace más oscuro y en la esfera aparecen muchos edificios, altos y bajos, dos carreteras con coches circulando, aviones volando alrededor de la esfera y nubes oscuras. La esfera gira lentamente sobre sí misma durante unos segundos.

Arriba aparece el siguiente texto:

Ahora está en peligro

## 6 FONDO GRIS - PLANO GENERAL

El texto desaparece y la esfera da una vuelta rápida, quedando una superficie verde con cuatro personas repartidas por ella.

Arriba aparece el siguiente texto:

La población no para de crecer

Abajo aparece a continuación:

y los problemas crecen con ella

En la esfera empiezan a aparecer nuevas personas por su superficie. El texto desaparece y aparece otro:

En 1990, 5.266.008.555 personas

Siguen apareciendo más personas hasta llenar la superficie por completo, mientras aparece otro texto por abajo:

En 2016, 7.397.835.935 personas

## 7 FONDO GRIS - PLANO GENERAL

El texto desaparece tras unos segundos y la esfera vuelve a girar rápidamente. Cuando para, en la superficie hay fábricas echando humo oscuro, carreteras con coches circulando y aviones volando sobre la superficie.

Arriba aparece el siguiente texto:

Contaminación atmosférica

Empiezan a aparecer nubes oscuras cubriendo la superficie hasta ocultarla. Mientras desaparece el texto y aparece arriba:

Grandes emisiones de CO<sub>2</sub>

Rodeando la superficie, aparecen otros textos:

EEUU 5306 M kt

China 9020 M kt

Rusia 1808 M kt

India 2074 M kt

Alemania 729 500 kt

## **8 FONDO GRIS – PLANO GENERAL**

Desaparecen las nubes junto con el texto y aparece la esfera formada por una zona de agua con un barco y algunas zonas con árboles.

Arriba aparece el siguiente texto:

Contaminación del agua y del suelo

Del barco empieza a salir una mancha negra, haciendo que todo el agua vaya haciéndose de color negro. Por distintas zonas de la parte verde de la esfera, aparecen bolsas de basura acumulándose en grupos.

## **9 FONDO GRIS – PLANO GENERAL**

La esfera gira rápidamente, apareciendo muchos árboles por toda la superficie hasta que la esfera frena.

Arriba aparece el siguiente texto:

Deforestación

Desaparece el texto tras unos segundos y aparece:

Desde 1990

Aparece otro texto rodeando la esfera por la derecha:

129 millones de hectáreas perdidas

Mientras va apareciendo el texto, van desapareciendo árboles justo por el lado por donde rodea el texto a la esfera, quedando troncos cortados en la superficie.

#### **10 FONDO GRIS - PLANO GENERAL**

La esfera gira rápidamente, desapareciendo lo que contenía. Cuando frena, la esfera tiene algunos árboles y troncos cortados. Cerca de los árboles hay un elefante, un pájaro vuela alrededor de la esfera y un pez salta en una zona de agua.

Arriba aparece el siguiente texto:

Especies en peligro de extinción

Rodeando la superficie y cerca de la especie correspondiente, aparecen los siguientes textos:

3309 mamíferos

4393 aves

7819 peces

14781 plantas

#### **11 FONDO GRIS - PLANO GENERAL**

Todo gira rápidamente y desaparece hasta que la esfera frena siendo de color marrón claro. En la parte de arriba hay un cactus y una bola del desierto salta mientras rodea la superficie.

Arriba aparece el siguiente texto:

Desertificación

La superficie empieza a separarse en trozos, hasta que acaba toda ella cuarteada. Mientras tanto, desaparece el texto y aparece:

Una cuarta parte del planeta afectada

## 12 FONDO GRIS – PLANO GENERAL

Todo vuelve a girar, desapareciendo. Cuando deja de girar, la superficie está formada por árboles, edificios y fábricas. Rodeando la misma, hay un aura de color rojo claro que se va intensificando.

Arriba aparece el siguiente texto:

Calentamiento global

Aparece una capa de nubes semi-transparentes de color azul cubriendo toda la esfera. El texto desaparece y en las nubes empiezan a crearse dos agujeros, mientras aparece el texto:

La capa de ozono se desintegra

## 13 FONDO GRIS – PLANO GENERAL

El texto desaparece y la esfera da una vuelta rápida. Cuando frena, es una esfera de agua con trozos grandes de hielo. Encima de algunos trozos de hielo, hay pinos nevados y un iglú. El hielo va rompiéndose y ocultándose en el agua, los pinos y el iglú desapareciendo, y la esfera quedando con algunos trozos pequeños de hielo.

Arriba aparece el siguiente texto:

El hielo se derrite

Y abajo aparece:

y el nivel del mar aumenta.

## 14 FONDO GRIS VERDOSO– PLANO GENERAL

El texto desaparece, la esfera vuelve a girar y aparece de color marrón y formada por troncos de árboles, botes tóxicos y un charco de líquido verde fosforito. El fondo ahora es de un color gris verdoso.

Arriba aparece el siguiente texto:

A este ritmo

A continuación abajo aparece:

no quedará nada



## **15 FONDO NEGRO – PLANO GENERAL**

El texto desaparece, la esfera gira rápidamente y desaparece todo lo que había en su superficie. El fondo ahora es negro.

Arriba aparece el texto:

No habrá vuelta atrás

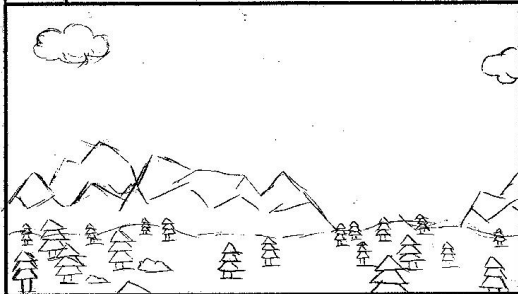
En el fondo, van apareciendo algunas estrellas que parpadean. El texto desaparece y la esfera explota en trozos pequeños, que flotan hacia todos los lados de la escena hasta desaparecer. Queda un fondo oscuro lleno de estrellas que parpadean, hasta que desaparecen y queda todo oscuro.

## 5.3 Storyboard

Nombre Proyecto: LA TIERRA

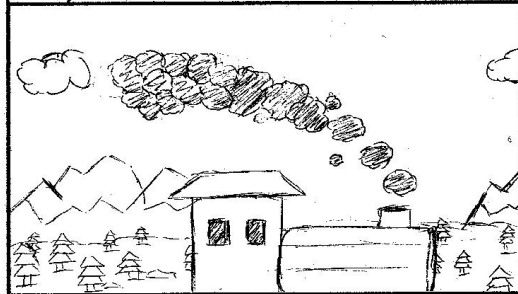
Página: 1 de 5

1.1.



Cámara estática que muestra un paisaje verde en un día soleado. Se oye el sonido ambiente de pájaros.

1.2.



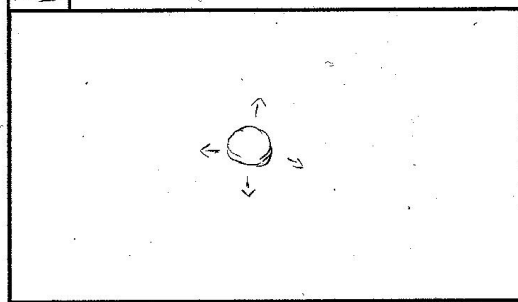
Por la esquina inferior izquierda aparece un tren echando humo oscuro. El tren se desplaza hacia la derecha hasta desaparecer. Se oye el sonido del tren moviéndose.

1.3.



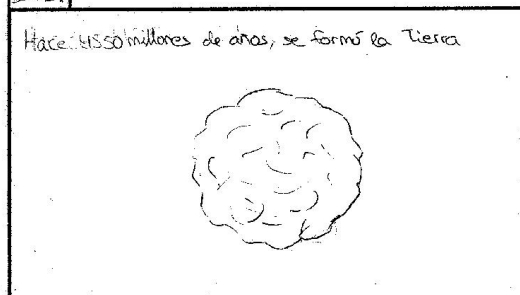
Del humo del tren, van apareciendo las letras del título, quedando en el centro. Se vuelve a oír el sonido ambiente de pájaros.

2.1.



Cámara estática que muestra un fondo oscuro con estrellas en el que va apareciendo una esfera en el centro, aumentando

2.2.



En el centro queda una esfera de lava, cuya superficie se mueve simulando un líquido.

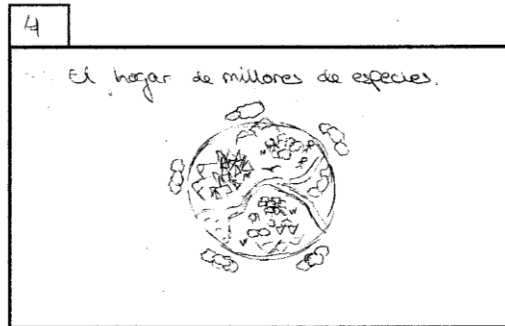
3.



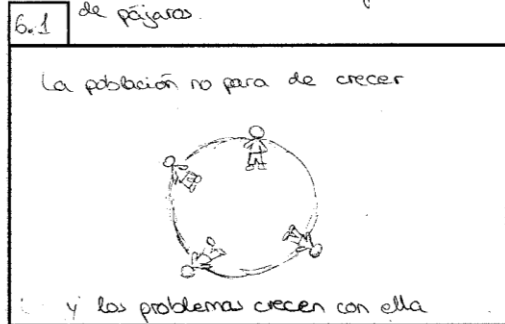
La esfera se convierte en un globo terráqueo con sus continentes. La esfera gira lentamente.

Figura 5.1 Storyboard página 1

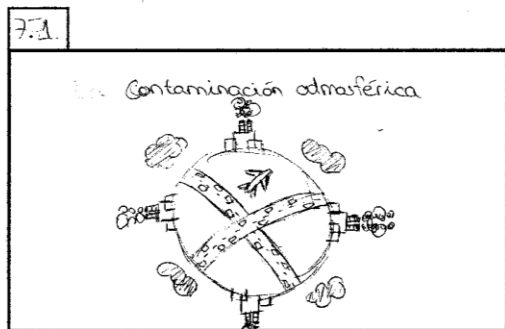
Fuente: Elaboración propia



La esfera ahora es toda verde y contiene montañas, árboles, plantas, animales y personas. Gira lentamente. El fondo ahora es de color azul claro. Se oye el sonido de pájaros.



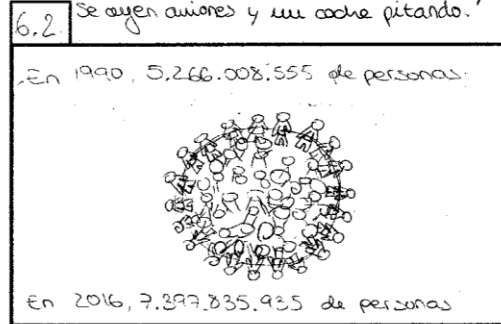
Se ve la esfera verde con cuatro personas en su superficie



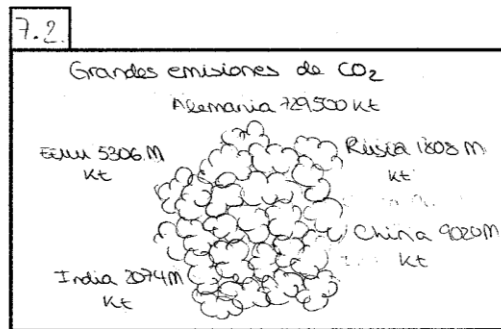
La esfera ahora contiene fábricas expulsando humo oscuro, dos carreteras con coches circulando, aviones volando alrededor y nubes oscuras. Se oye el sonido de fábricas.



Se ve una esfera llena de edificios, dos carreteras, aviones volando alrededor, algún árbol apagado y nubes oscuras. Gira lentamente. El fondo ahora es gris. Se oyen aviones y un coche pitando.



Van apareciendo una a una nuevas personas cubriendo toda la superficie. Se oyen personas hablando.



Van apareciendo más nubes oscuras por toda la superficie hasta cubrir la entera. Se oye el sonido del viento.

Figura 5.2 Storyboard página 2

Fuente: Elaboración propia

8.1.

Contaminación del agua y los suelos



La esfera ahora tiene árboles y una zona de agua en la que hay un barco expulsando humo oscuro.

8.2.

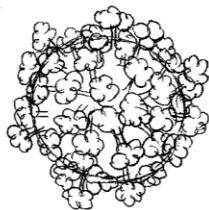
Contaminación del agua y los suelos



Del barco va saliendo una mancha negra que va cubriendo toda el agua. Por la zona verde aparecen basuras de basura acumulándose. Se oye la bocina del barco.

9.1.

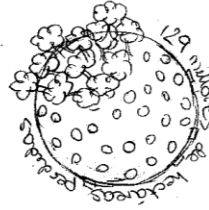
Deforestación:



La esfera ahora es toda verde y está cubierta entera por árboles.

9.2.

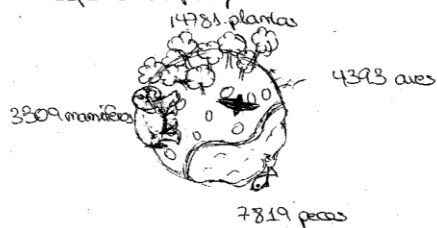
Desde 1990



Mientras las letras van apareciendo rodeando la esfera, los árboles van desapareciendo hacia abajo, quedando los troncos cortados. Se oye el ruido de motosierras.

10.

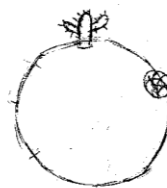
Especies en peligro de extinción



La esfera ahora tiene una zona con árboles y troncos cortados, un pájaro volando alrededor, un elefante moviendo la trompa y una zona de agua con un pez saltando. Se oyen pájaros, el sonido del elefante y el agua.

11.1.

Desertificación



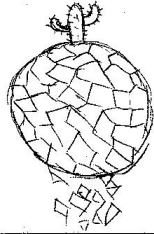
La esfera ahora es toda marrón arenosa. Arriba hay un cactus y una bola de desertos va saltando y rodeando la esfera. Se oye el viento.

Figura 5.3 Storyboard página 3

Fuente: Elaboración propia

11.2.

Una cuarta parte del planeta afectada



La superficie de la esfera empieza a agitarse, quedando cuarteada. Algunos trozos caen por la parte inferior. Se ven piedras cayendo.

12.2.

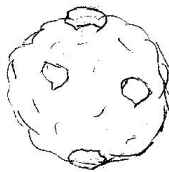
La capa de ozono se desintegra



Cubriendo toda la esfera, aparece una capa de nubes semi-transparentes en la cual, se hacen dos agujeros. Se crea una ráfaga de viento mientras se forman los agujeros.

13.2.

El hielo se derrite

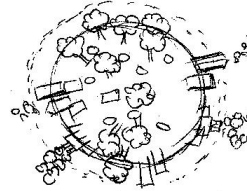


y el nivel del mar aumenta

El hielo va rompiéndose en trozos y desapareciendo hacia abajo. Queda algún pequeño trozo y la superficie se mueve simulando el agua. Se crea el agua y trozos cayendo.

12.1

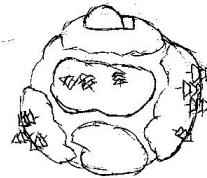
Calentamiento global



La esfera vuelve a ser verde, con árboles, edificios y fábricas. Alrededor se ve una aura roja que se va intensificando.

13.1

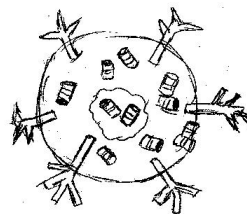
El hielo se derrite



La esfera ahora es toda de agua y contiene grandes trozos de hielo blanco con picos nevados y una iglu.

14

A este ritmo



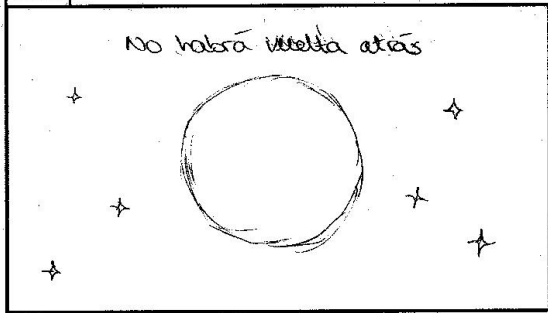
no quedará nada

La esfera se hace marrón oscura, con troncos de árbol sin hojas, botes tóxicos y un charco de verde fosforito. El fondo ahora es gris verdoso.

Figura 5.4 Storyboard página 4

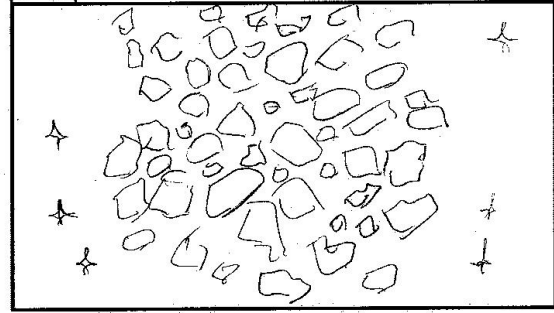
Fuente: Elaboración propia

15.1



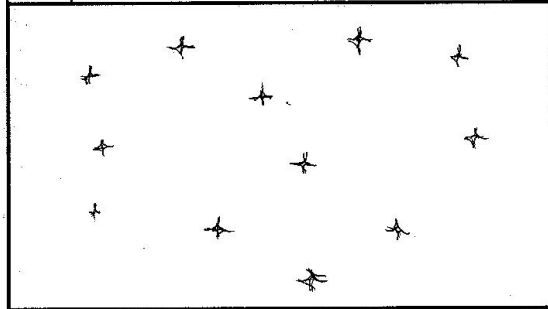
La esfera queda vacía y el fondo se hace negro. Comienzan a aparecer algunas estrellas en él.

15.2



La esfera explota dividiéndose en trozos que flotan hacia los lados hasta desaparecer. Se oye una explosión.

15.3



Queda un fondo negro con estrellas parpadeando que al final desaparecen hasta quedar todo negro.

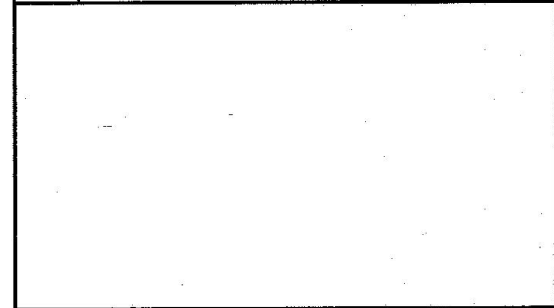
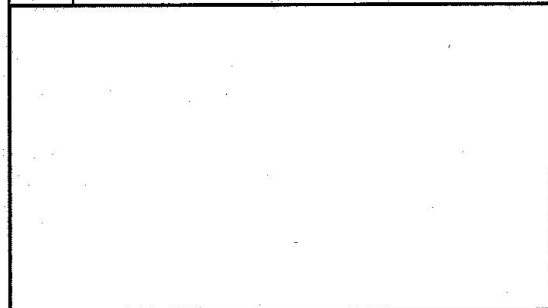
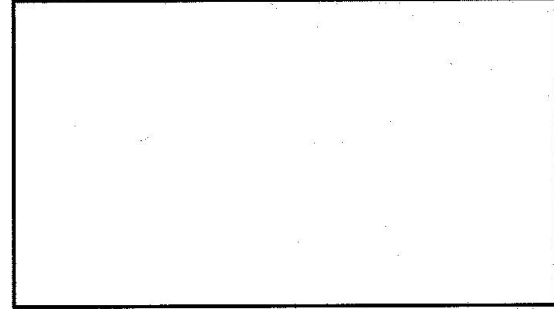


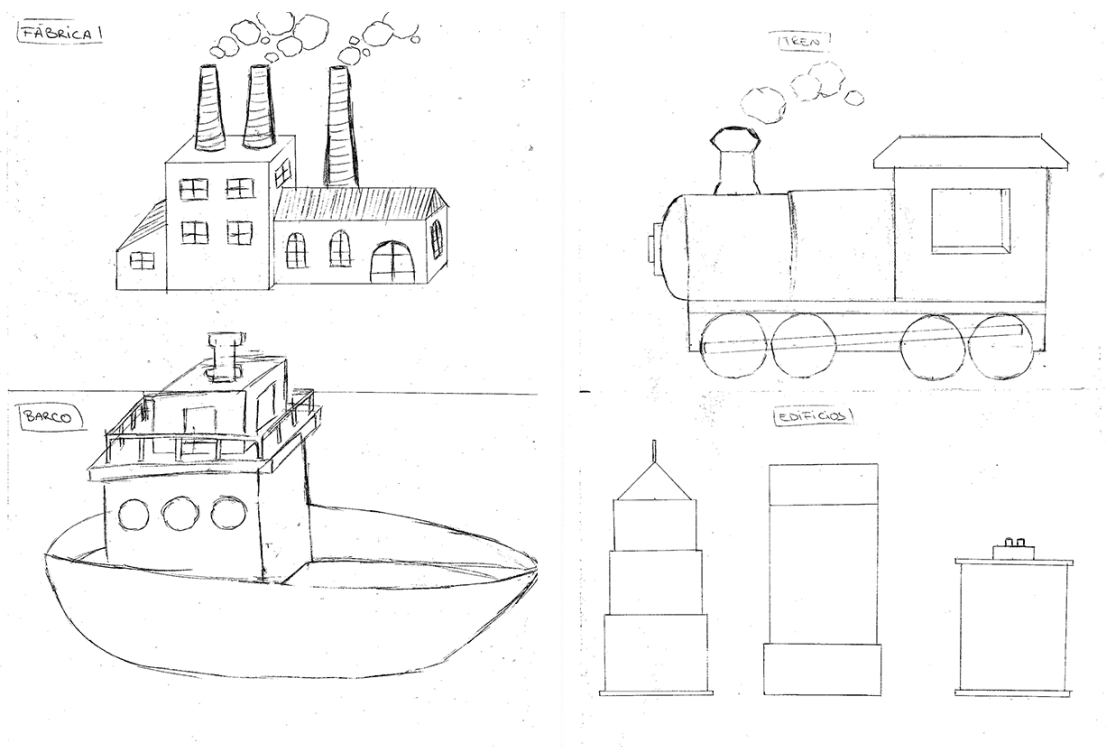
Figura 5.5 Storyboard página 5

Fuente: Elaboración propia

## 5.4 Bocetado

Dado que se va a seguir un estilo *low poly*, la mayoría de los elementos a crear no necesitan un bocetado previo, sino que se modelan directamente con figuras básicas. Además, algunos elementos más complejos se van a modelar siguiendo una imagen real de ellos, como pueden ser los animales y el avión.

Por ello, los únicos bocetos realizados han sido los de la fábrica, el barco, el tren y la silueta de los edificios.



*Figura 5.6 Bocetos*

*Fuente: Elaboración propia*

## 5.5 Modelado

Una vez se tiene toda la historia decidida, junto con el diseño previo de la misma, se realiza el modelado de todos los elementos que se van a necesitar para la animación. La mejor manera de conseguir modelos *low poly* es realizando un modelado de tipo *box modeling*, es decir, se comienza con un objeto básico, como un cubo o un cilindro, el cual debe tener pocos segmentos desde su creación. A partir de este, seleccionando sus vértices, podemos ir extruyendo y deformando para adquirir la forma deseada.

Para realizar el modelado se ha utilizado el *software Blender*, el cual nos ofrece una herramienta que permite reducir el número de polígonos que tiene un modelo. De esta manera nos facilita la tarea de conseguir el efecto *low poly*. Esta herramienta pertenece a los modificadores de *Blender*, los cuales son operaciones que se aplican a los modelos para conseguir un determinado efecto en los mismos. La herramienta de la que hablamos se llama *Decimate* y se utiliza aplicando un determinado radio, que reduce más o menos los polígonos. Junto a este modificador, se han utilizado otros que han hecho posible realizar todos los modelos.

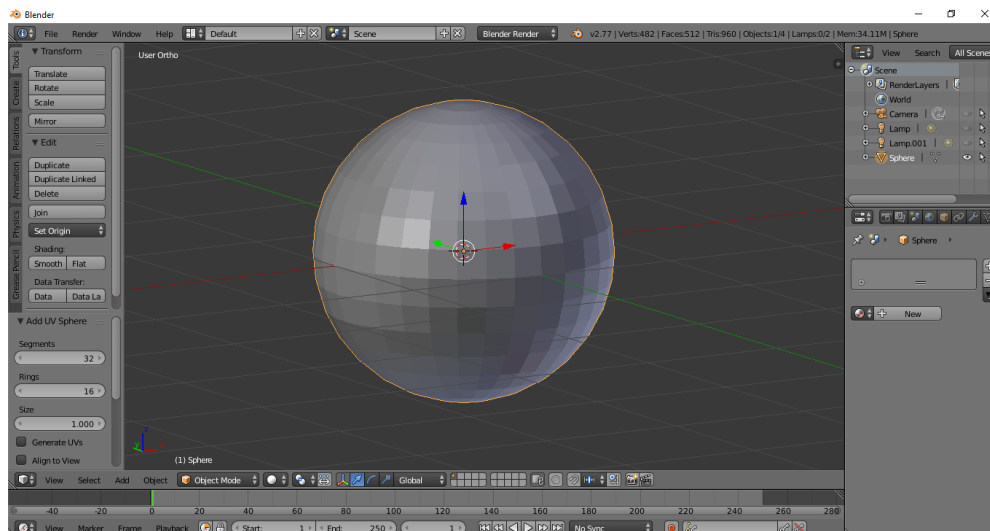
A continuación, se va a explicar más detalladamente algunos de los modelos realizados para poder comprender la técnica y el proceso seguido.

### 5.5.1 Modelado del planeta

El planeta es el modelo principal del cortometraje. Consiste en una esfera con pocos y marcados polígonos, que posteriormente será animada cambiando algunos detalles y texturas.

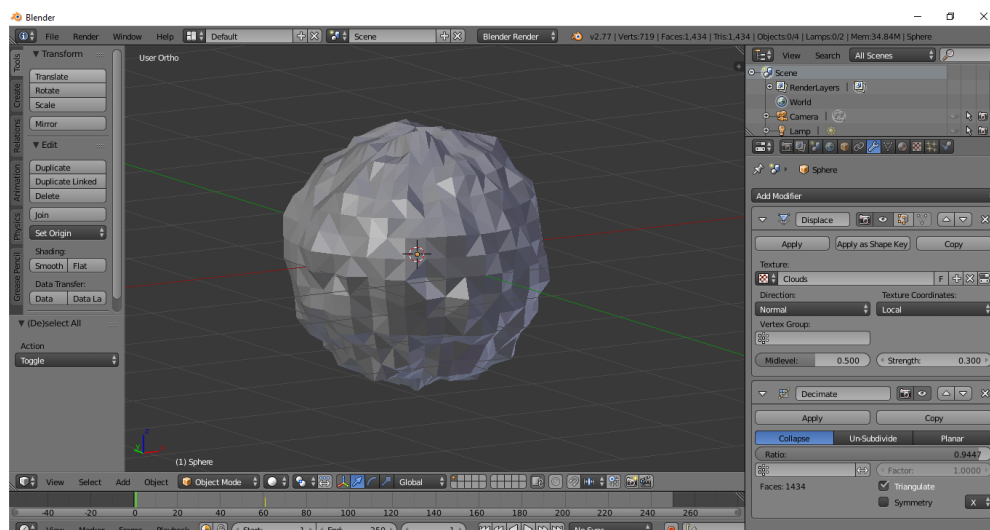
Primero se ha realizado el modelo del planeta de lava, el cual aparece en la primera escena, y a partir de él, se ha obtenido la base para las demás escenas. Para crearlo, se ha partido de una *UV Sphere*, la cual está formada por segmentos y anillos, que forman las caras rectangulares de la misma. Se ha dejado el número de segmentos y anillos por defecto, es decir, 32 y 16 respectivamente.





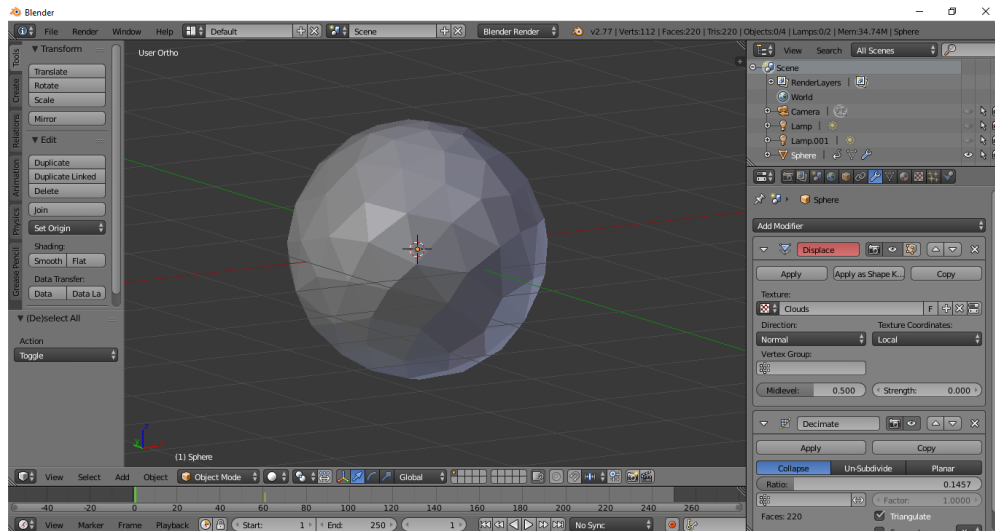
*Figura 5.7 UV Sphere*  
*Fuente: Elaboración propia*

A continuación, se ha aplicado un primer modificador, llamado *Displace*, el cual permite desplazar los vértices de una malla en función de una textura y una intensidad. La textura que se ha aplicado es la de *Clouds*, que al bajar la fuerza del efecto, consigue ondulaciones en la superficie de la esfera. Posteriormente, se ha aplicado el modificador llamado *Decimate*, para bajar y triangular los polígonos de la esfera.



*Figura 5.8 Planeta de lava sin textura*  
*Fuente: Elaboración propia*

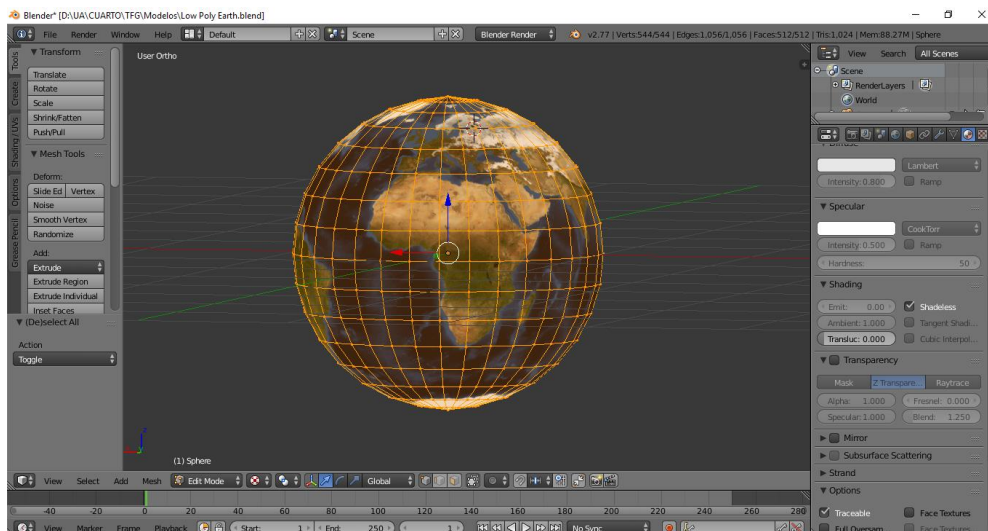
Esta esfera será usada únicamente para el planeta de lava. Para la esfera principal del cortometraje, la cual no tiene las ondulaciones de la superficie ni tantos polígonos, se ha reducido la fuerza del modificador *Displace* a 0 y el radio del modificador *Decimate* se ha bajado. Sin embargo, esto se hará en la animación ya que la esfera irá cambiando durante la misma.



*Figura 5.9 Prueba de esfera low poly*

*Fuente: Elaboración propia*

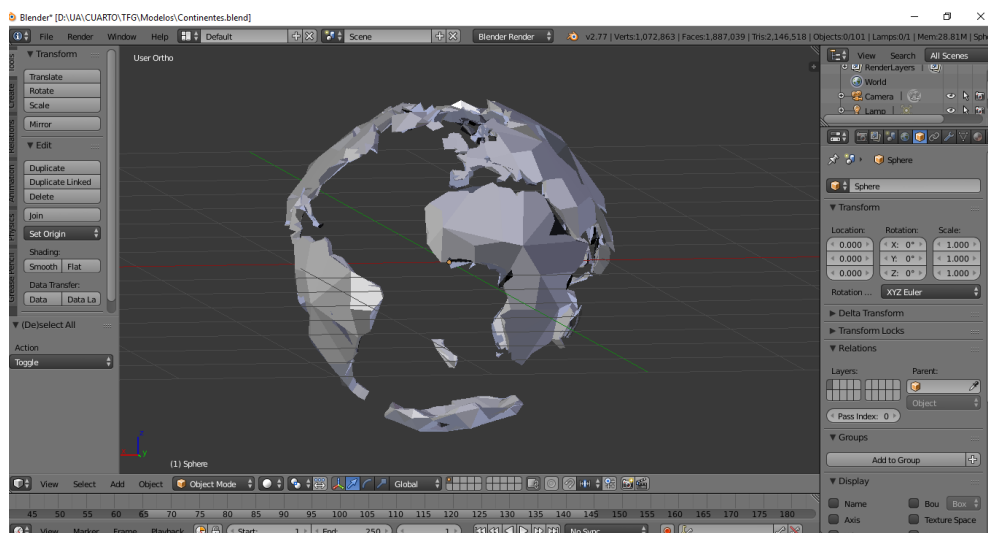
Por último, se han modelado los continentes para obtener el planeta Tierra. Para ello, primero se ha creado una esfera aplicándole la textura de la Tierra.



*Figura 5.10 Esfera con textura de la Tierra*

*Fuente: Elaboración propia*

Teniendo la textura de fondo, se han ido marcando los continentes mediante vértices, utilizando la herramienta *Knife* de *Blender*. De esta forma, se han podido seleccionar las caras que conforman todos los trozos de tierra para poder separarlos del agua. Una vez separados, se han aplicado los mismos modificadores que en la esfera anterior para obtener continentes con volumen y con un estilo *low poly*.



*Figura 5.11 Continentes low poly*

*Fuente: Elaboración propia*

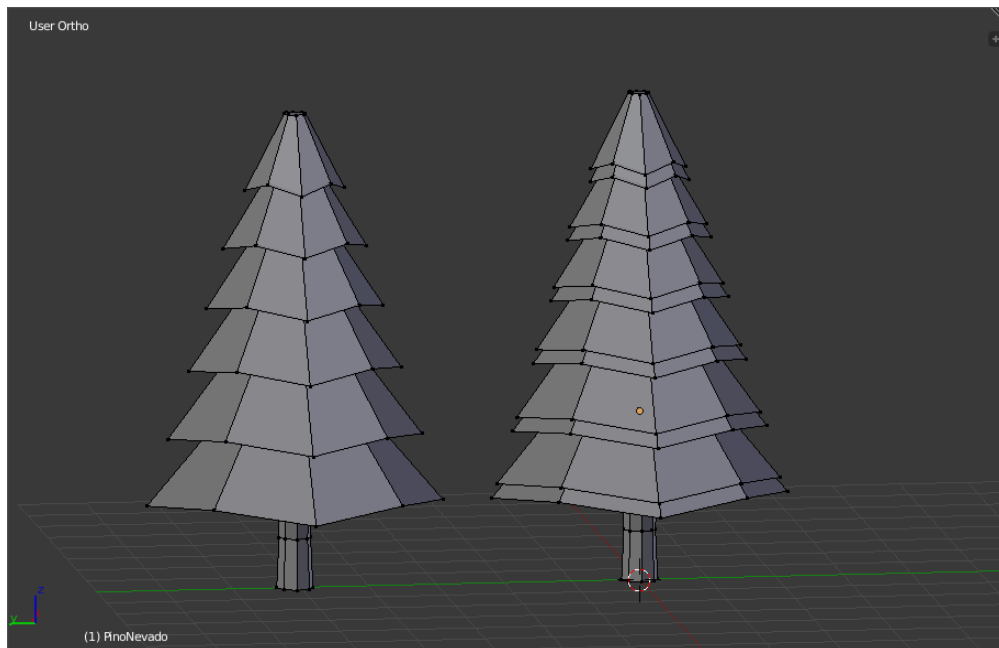
## 5.5.2 Modelado de elementos decorativos

Los elementos decorativos se han realizado de distintas formas. Todos han sido modelados siguiendo la técnica *box modeling*, pero algunos se han hecho con imágenes de referencia y otros simplemente con imaginación y ejemplos de Internet.

### 5.5.2.1 Modelado de elementos de vegetación

Para los modelos que representan vegetación se han usado principalmente dos objetos primarios: cilindro y esfera geodésica o *Icosphere*. Para obtener el efecto *low poly* en el cilindro, este se ha creado con 8 vértices; de esta forma, no se ve redondo, sino que se ven las 8 caras marcadas. Por otro lado, por lo que respecta a la esfera geodésica, esta es un tipo de esfera que está compuesta de triángulos, es decir, las caras de la misma son triángulos, en lugar de ser rectángulos como en la *UV Sphere*.

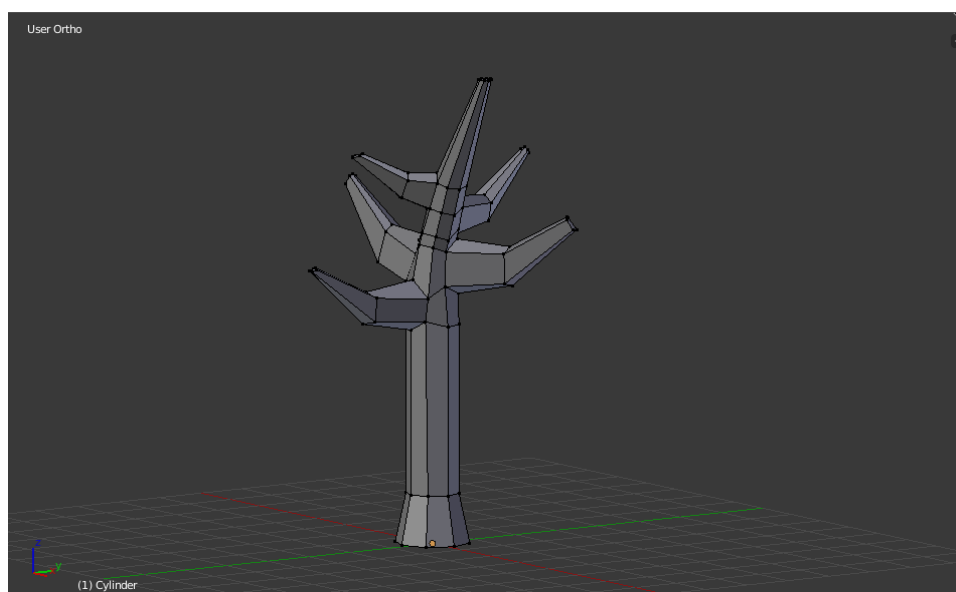
En primer lugar se han realizado árboles de tipo **pino** como vegetación utilizada. Para ello, se ha partido de un cilindro al que se da forma de cono escalando los vértices superiores. Después, se han creado subdivisiones por bucle, es decir, se han creado nuevos bucles de aristas en las posiciones deseadas, de manera que obtenemos un cilindro con varios cortes horizontales. Con estos cortes se han extruido y escalado para dar la forma de los triángulos que forman el pino, junto con otras pequeñas modificaciones de los vértices de las esquinas. Por último, se ha creado otro cilindro para formar el tronco del pino. A partir de este modelo se ha creado otro de pino nevado, extruyendo y escalando los vértices que conforman las ramas.



*Figura 5.12 Modelos de pinos low poly*

*Fuente: Elaboración propia*

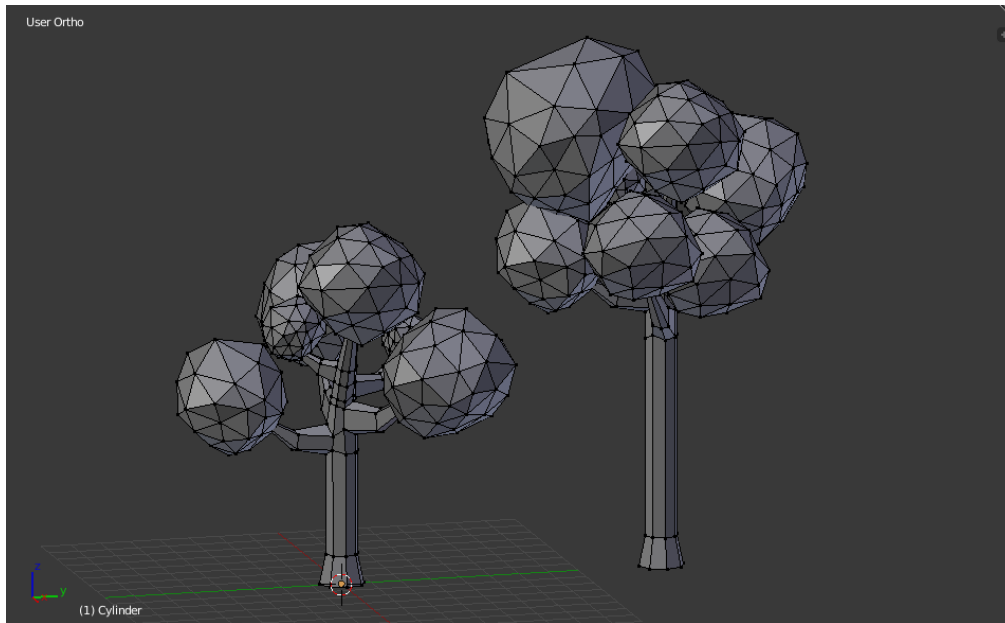
A continuación, se han creado otros **tipos de árboles** para que formen parte de la vegetación. Para ello, primero se ha creado el tronco a partir de un cilindro. A este se le ha dado forma y se le han ido añadiendo las ramas extruyendo caras, añadiendo bucles de aristas y modificándolos.



*Figura 5.13 Modelo del tronco de un árbol low poly*

*Fuente: Elaboración propia*

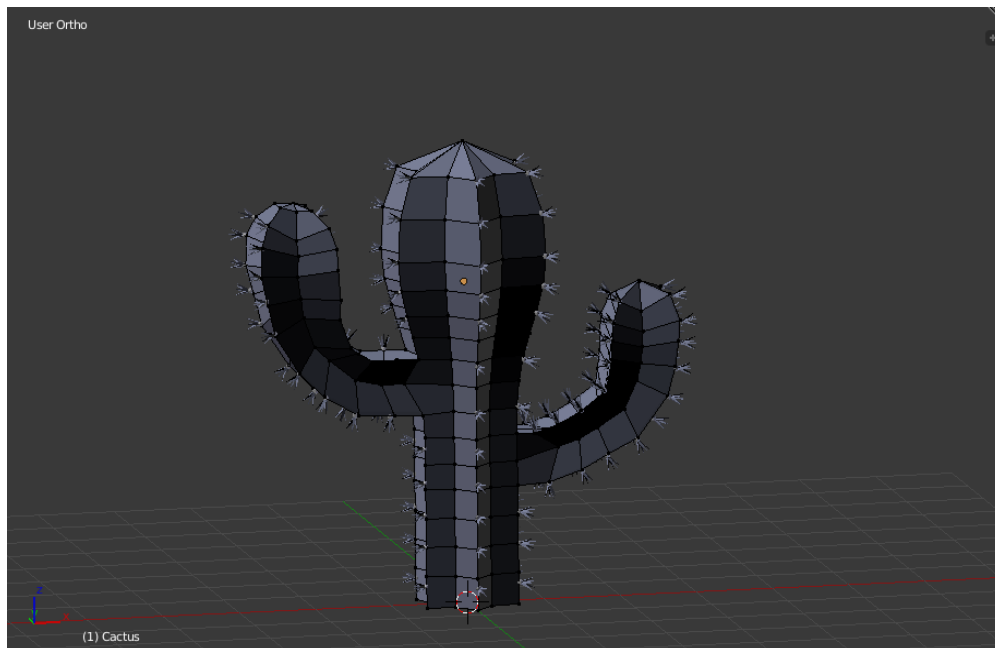
Una vez se ha obtenido el tronco, se han creado las hojas del árbol mediante una esfera geodésica en cada rama que se ha deformado un poco para darles mejor forma. Por último, se ha creado otro árbol del mismo estilo pero más alto que el anterior, para tener dos modelos distintos que den mayor variedad.



*Figura 5.14 Modelos de árboles low poly*

*Fuente: Elaboración propia*

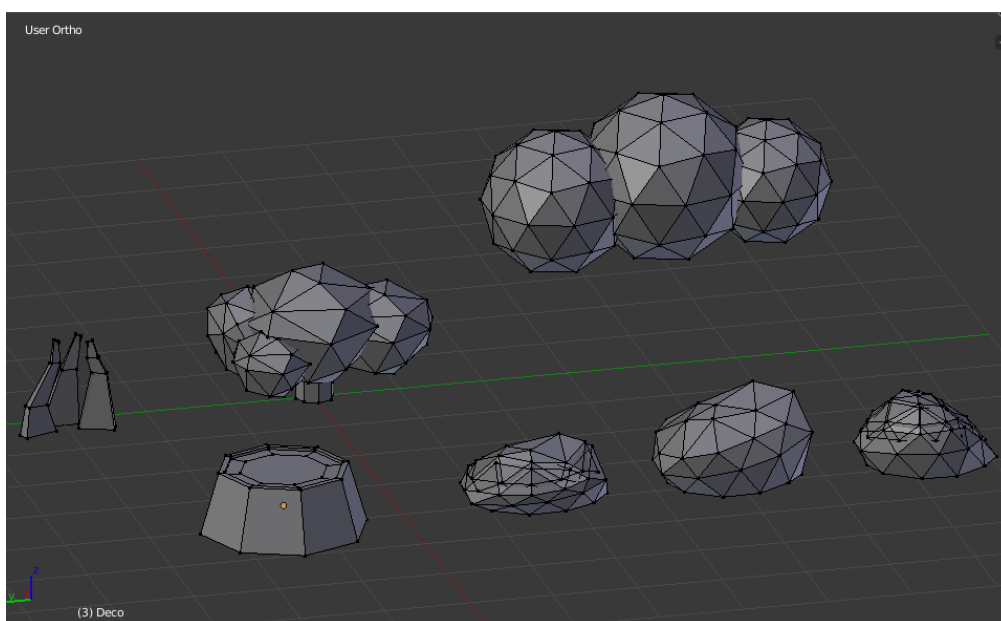
Seguidamente se ha creado un **cactus** partiendo de un círculo de 12 vértices, al que se ha dado forma de estrella escalando hacia dentro los vértices pares del mismo. Después, se ha ido escalando la estrella, dándole forma al tronco del cactus, y se han creado dos ramas extruyendo varias caras del mismo a cada lado. Además, se han creado los pinchos del cactus mediante una esfera geodésica y tres cilindros de tres vértices.



*Figura 5.15 Modelo de un cactus low poly*

*Fuente: Elaboración propia*

De forma similar a estos, se ha creado un **arbusto** con un cilindro para el tronco y esferas geodésicas para las hojas; **césped**, con tres cajas con subdivisiones deformadas; un **tronco de árbol talado**, con un cilindro; **rocas**, con esferas geodésicas deformadas; y una **nube**, con tres esferas geodésicas también deformadas.

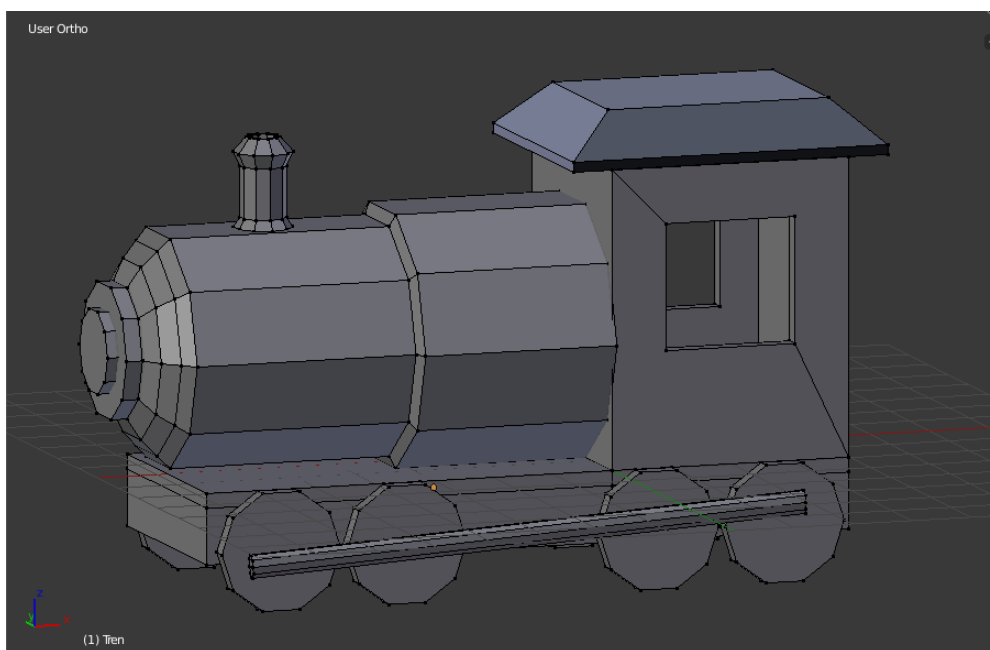


*Figura 5.16 Modelos low poly de varios elementos del paisaje*

*Fuente: Elaboración propia*

### 5.5.2.2 Modelado de edificios y objetos

Para realizar el modelado de edificios y objetos se ha partido principalmente de cajas y cilindros. Primero, se ha realizado el modelo del **tren** siguiendo el boceto realizado del mismo. Para ello se ha comenzado por una caja para la cabina del tren, a la cual se ha aplicado el modificador *Boolean* para realizar una diferencia entre la caja principal y otra más pequeña, para de esta forma crear las ventanas, es decir, se sustrae la malla de la caja pequeña de la grande para que quede el agujero. Además, se ha conseguido la forma deseada extruyendo las caras, moviendo y escalando. A esta caja se le ha añadido varios cilindros modificados adecuadamente para conseguir la forma del tren.



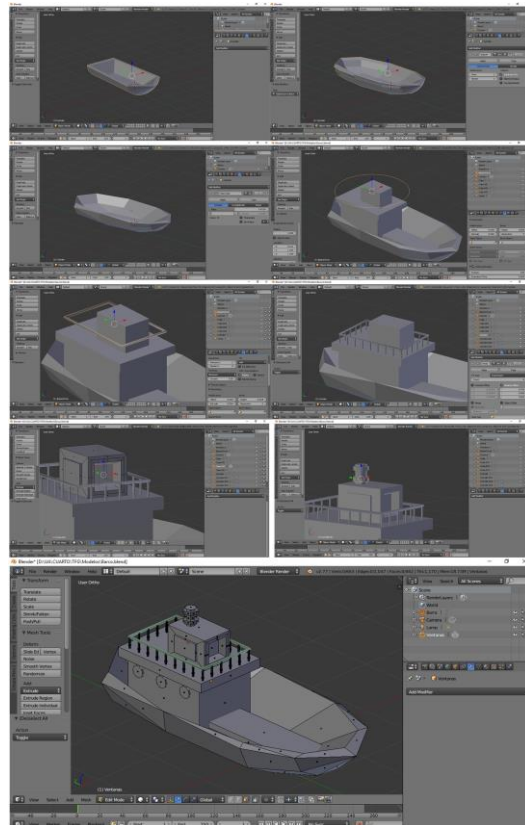
*Figura 5.17 Modelado del tren*

*Fuente: Elaboración propia*

A continuación, se ha realizado el modelado del **barco** siguiendo el boceto realizado del mismo. Para ello, se ha partido de un cilindro al que se le ha eliminado una mitad y se le ha dado la forma de la parte inferior del barco. Una vez obtenida la forma deseada, se le ha aplicado el modificador *Subdivision Surface* que subdivide las caras de una malla para conseguir una forma más suave. Sin embargo, para no perder el estilo *low poly* no se ha suavizado en exceso y además se le ha aplicado el modificador *Decimate*, para bajar el número de polígonos. Después se han creado varias cajas para formar la



cabina y otros elementos del barco. Para realizar la barandilla, se ha partido de una curva de *Bezier* a la que se le ha bajado el número de lados para obtener un rectángulo, y se le ha dado volumen. Para los barrotes de la barandilla, se ha creado un cilindro y se han realizado varios *Arrays* para duplicarlo, siguiendo la barandilla. A continuación se han realizado varias extrusiones y escalados para obtener las ventanas de la cabina de arriba, se han añadido varios cilindros para la chimenea, y otros cilindros para las ventanillas redondas.

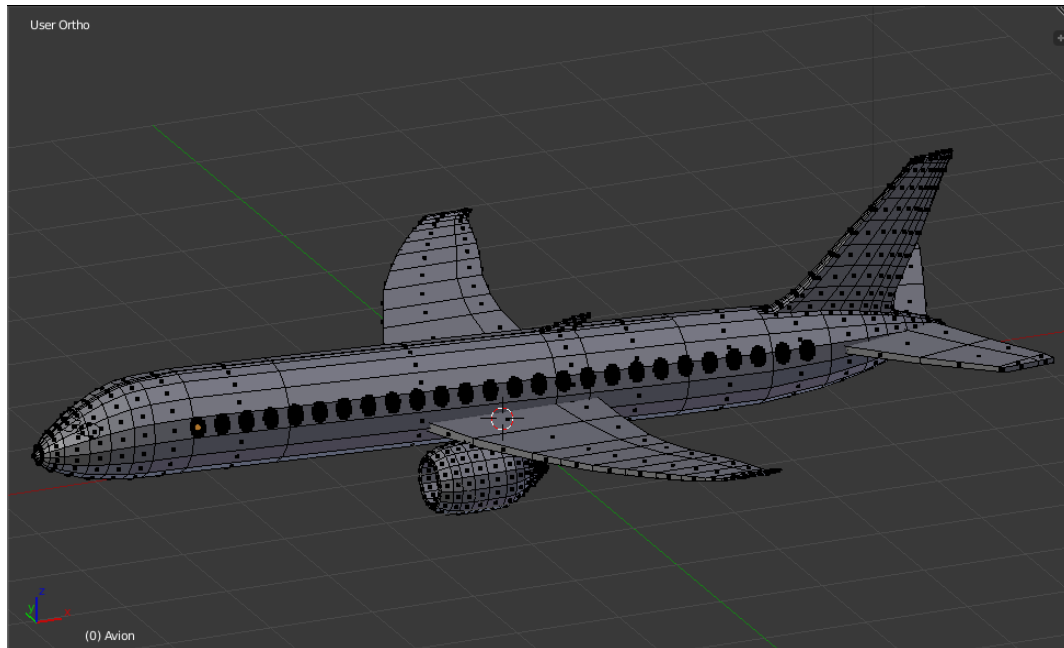


*Figura 5.18 Proceso modelado del barco*

*Fuente: Elaboración propia*

El siguiente objeto modelado ha sido el **avión**, para el cual se han seguido dos imágenes de referencia obtenidas de Internet. Estas imágenes se han introducido en *Blender* como imágenes de fondo que se visualizan en una determinada vista. Para la parte principal del avión, se ha comenzado por un cilindro al que se ha dado forma. Para las alas y el motor, se ha empleado el modificador *Mirror*, que permite crear un objeto simétrico o, en este caso, un reflejo de un objeto, es decir, una copia invertida del mismo. Para las ventanillas, se ha aplicado el modificador *Array*, para duplicarlas a la misma

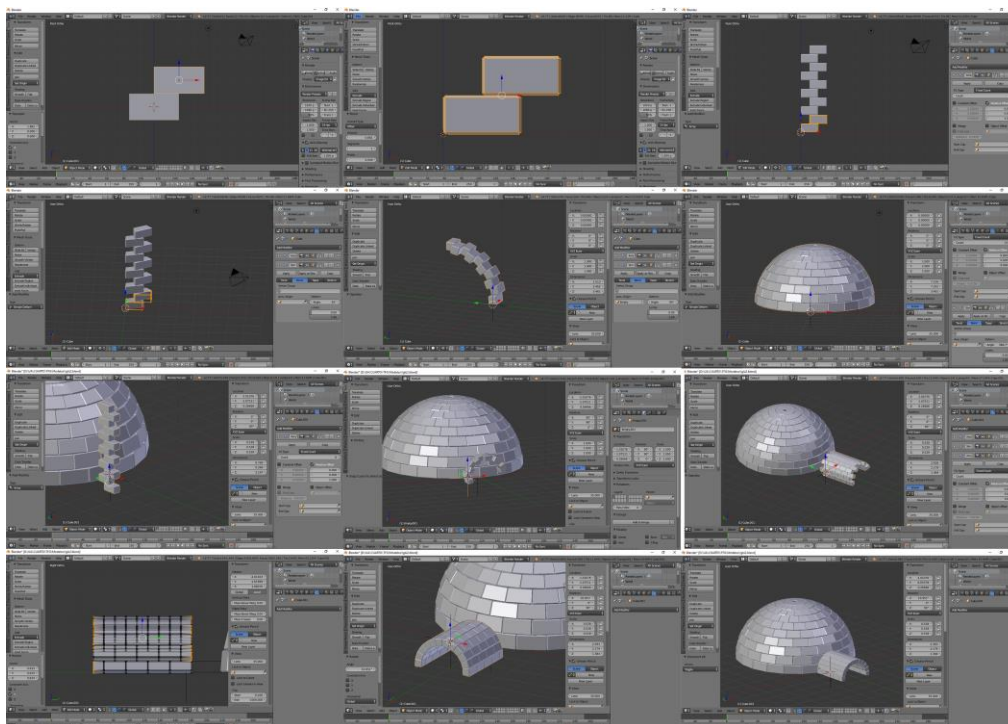
distancia; y para las ventanillas de la cabina, se ha empleado la herramienta *Knife* de *Blender* que permite dibujar líneas creando aristas y vértices.



*Figura 5.19 Modelado del avión*

*Fuente: Elaboración propia*

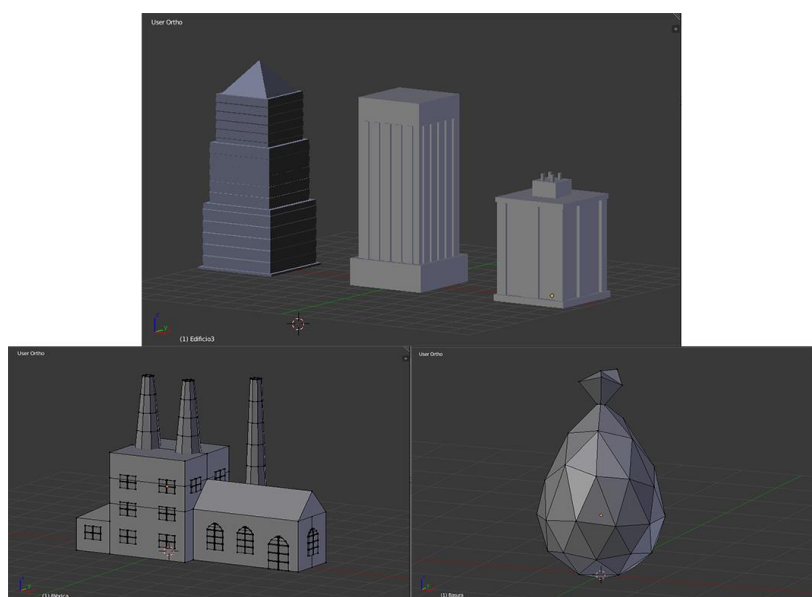
Otro objeto realizado ha sido el **iglú**, el cual ha necesitado un proceso más complejo. Se ha partido de dos cajas con forma de ladrillo, colocadas una encima de otra y desplazada la de arriba hacia un lado. Se les ha aplicado la herramienta *Bevel* a las cajas para conseguir los bordes más suavizados. A continuación, se les ha aplicado el modificador *Array* creando copias hacia arriba, y el modificador *Simple Deform*, con una deformación de tipo *Bend*, para doblar la malla. Para conseguir doblarlo hacia el centro, obteniendo la forma del iglú, se ha añadido un objeto de tipo *Empty* o nulo, llamado *Plain Axes*, que son unos ejes formados por 6 líneas. Estos ejes se aplican al modificador *Bend* y se les añade una rotación de 90° en el eje Y, junto con un ángulo de deformación de 90° en el modificador. Después, se le ha aplicado otro *Array* y otro *Simple Deform* de tipo *Bend*, con los que conseguimos la forma del iglú, aumentando el número de copias y el ángulo de deformación. Por último, para la entrada del iglú se ha seguido el mismo proceso, cambiando algunos datos y sin el último modificador *Bend* ya que no tiene que formar un círculo. Además, se han introducido hacia dentro los vértices que sobresalían, para que todos los ladrillos queden a la misma altura.



*Figura 5.20 Proceso de modelado de un iglú*

*Fuente: Elaboración propia*

Por último, se han realizado los **edificios** y la **fábrica**, a partir de cajas y cilindros, y la **bolsa de basura**, a partir de una esfera geodésica. Para los edificios y la fábrica, se han seguido los bocetos realizados previamente.



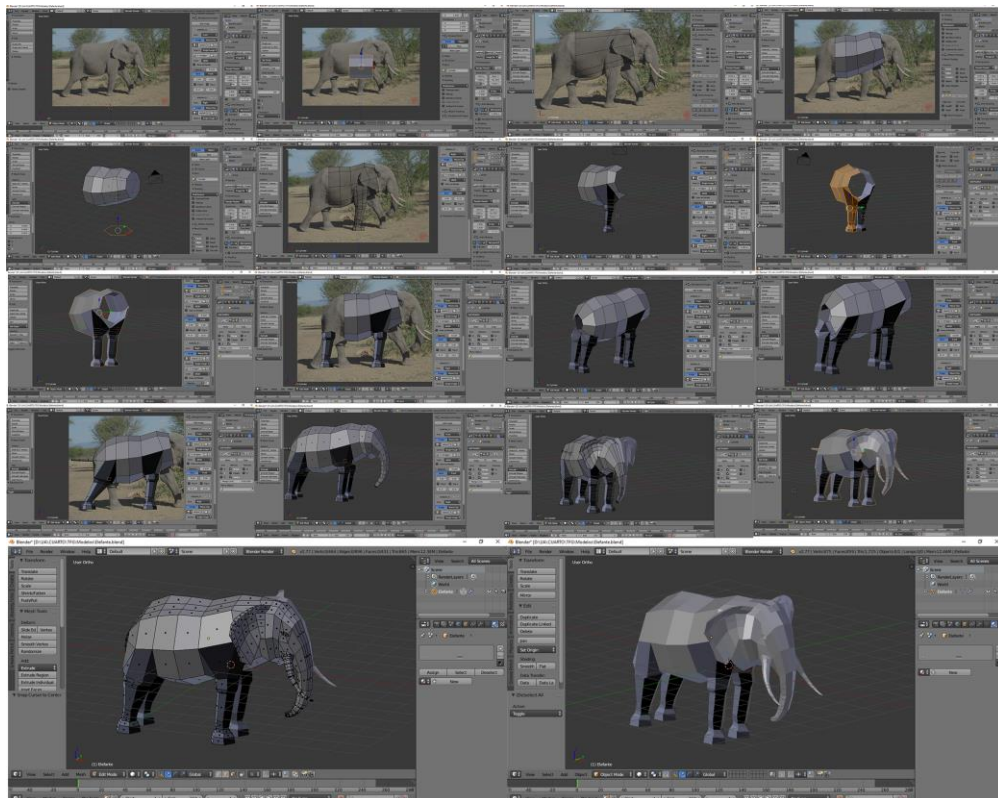
*Figura 5.21 Modelado de edificios, fábrica y bolsa de basura*

*Fuente: Elaboración propia*

### 5.5.2.3 Modelado de animales y el personaje

Para el modelado de los animales y del personaje se han seguido imágenes de referencia obtenidas de Internet. Estas imágenes se han añadido a *Blender* como imágenes de fondo, para colocar los vértices siguiendo la imagen.

Primero, se ha realizado un **elefante** *low poly* a partir de un cilindro de 8 vértices cortado por la mitad y con el modificador *Mirror* para hacer los dos lados del elefante simétricos. Se ha deformado el cilindro siguiendo la forma del cuerpo del elefante y se ha añadido un polígono de 6 lados, extruyéndose siguiendo la forma de la pata. Además, se han extruido ciertas caras de la cabeza para obtener las orejas del animal, y se han creado los colmillos a partir de un cilindro distinto, unido al anterior. Por último, se han marcado los ojos.

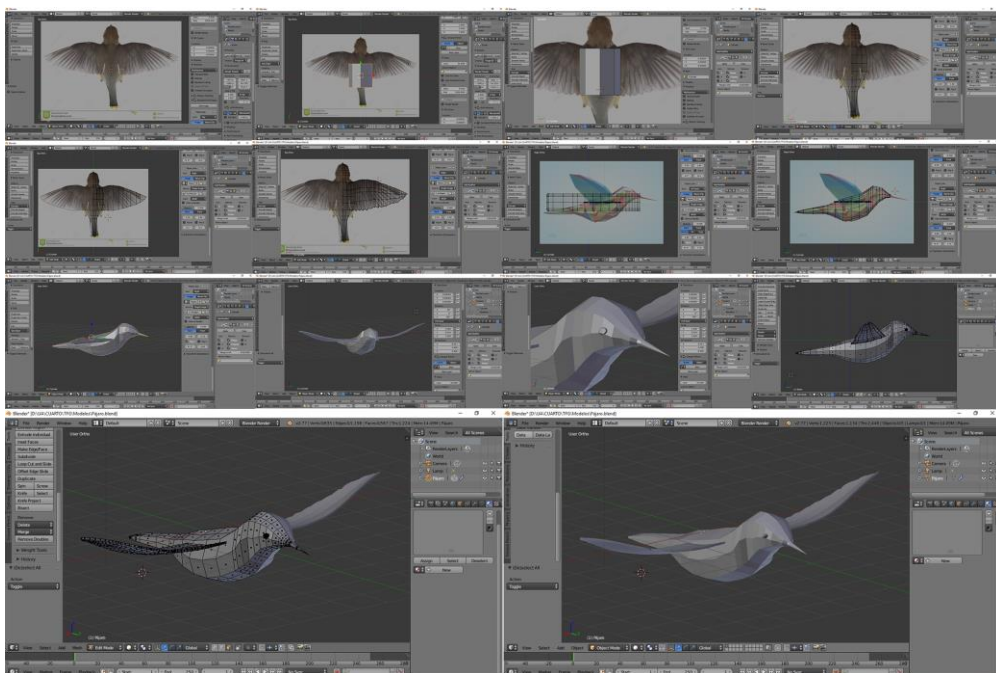


*Figura 5.22 Proceso de modelado de un elefante low poly*

*Fuente: Elaboración propia*

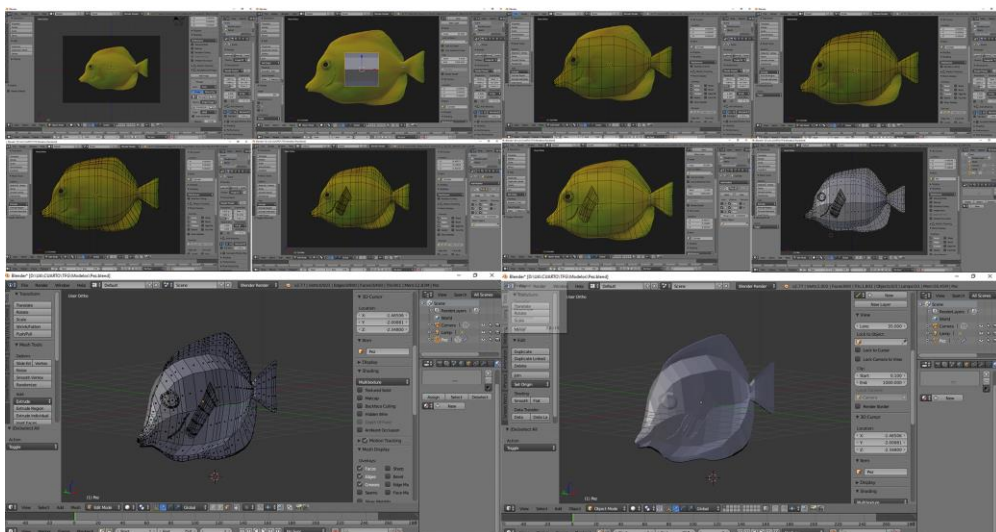
A continuación se ha modelado un **pájaro**, un **pez** y una **persona**, siguiendo procesos similares.





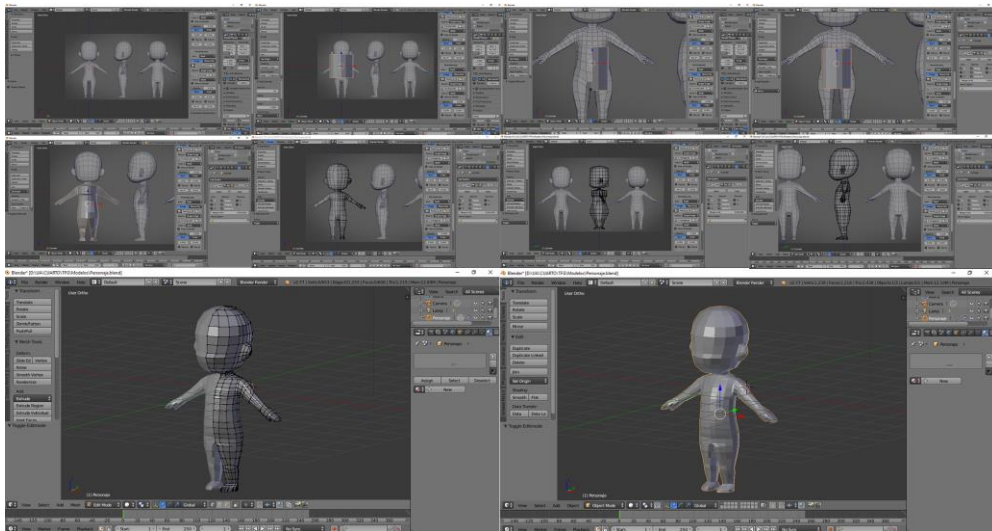
*Figura 5.23 Proceso de modelado de un pájaro low poly*

*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 5.24 Proceso modelado de un pez low poly*

*Fuente: Elaboración propia*



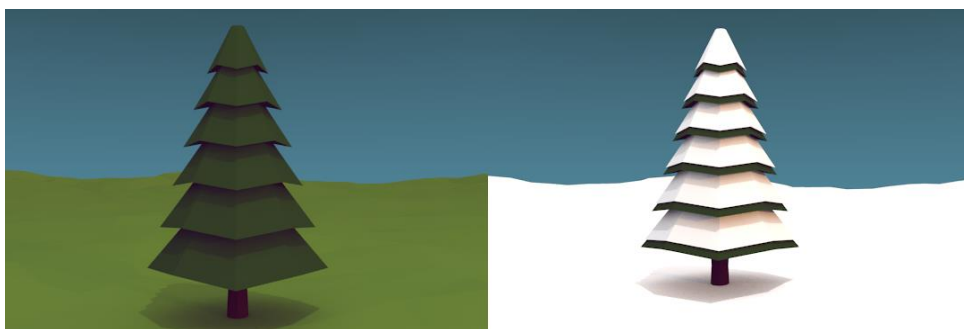
*Figura 5.25 Proceso de modelado de un personaje*

*Fuente: Elaboración propia*

## 5.6 Texturizado

Con todos los elementos modelados, se pasa al texturizado de los mismos. En este caso, para seguir con el estilo *low poly*, todos los modelos tienen colores planos en lugar de texturas complejas. Para conseguir estos colores, se aplican materiales en *Blender* en los que se selecciona un color *Diffuse* y se quita el brillo al mismo poniendo a 0 la intensidad del color *Specular*.

Para mostrar los colores de los modelos, se ha realizado un render con cada uno de ellos, los cuales se presentan a continuación.



*Figura 5.26 Render de un pino y de un pino nevado low poly*

*Fuente: Elaboración propia*



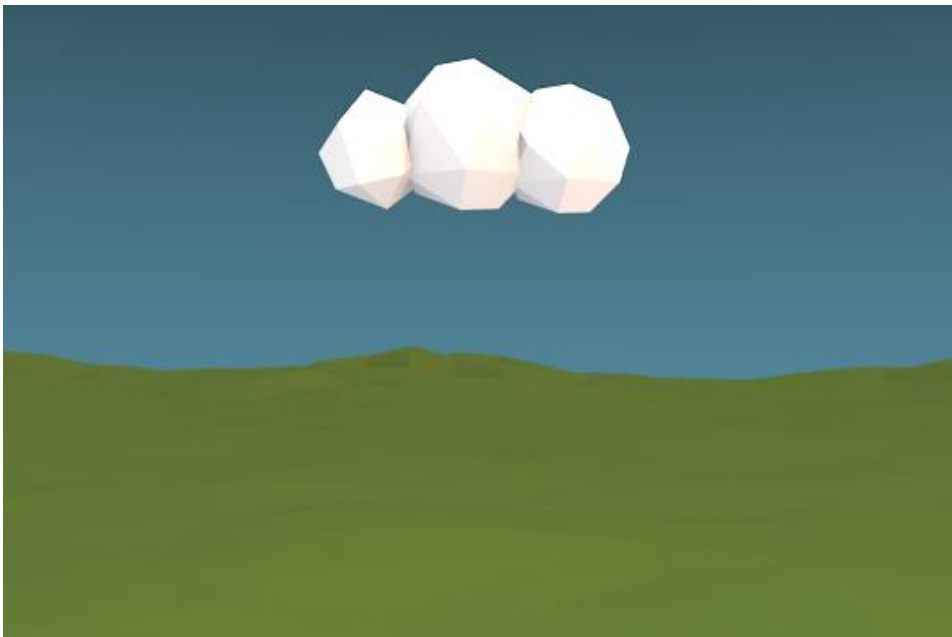
*Figura 5.27 Render de árboles low poly*  
*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 5.28 Render de un cactus low poly*  
*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 5.29 Render de un arbusto low poly*  
*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 5.30 Render de una nube low poly*  
*Fuente: Elaboración propia*





*Figura 5.31 Render de rocas y rocas nevadas low poly*

*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 5.32 Render de un tronco talado y césped low poly*

*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 5.33 Render de un tren low poly*

*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 5.34 Render de un avión low poly*

*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 5.35 Render de un barco low poly*

*Fuente: Elaboración propia*



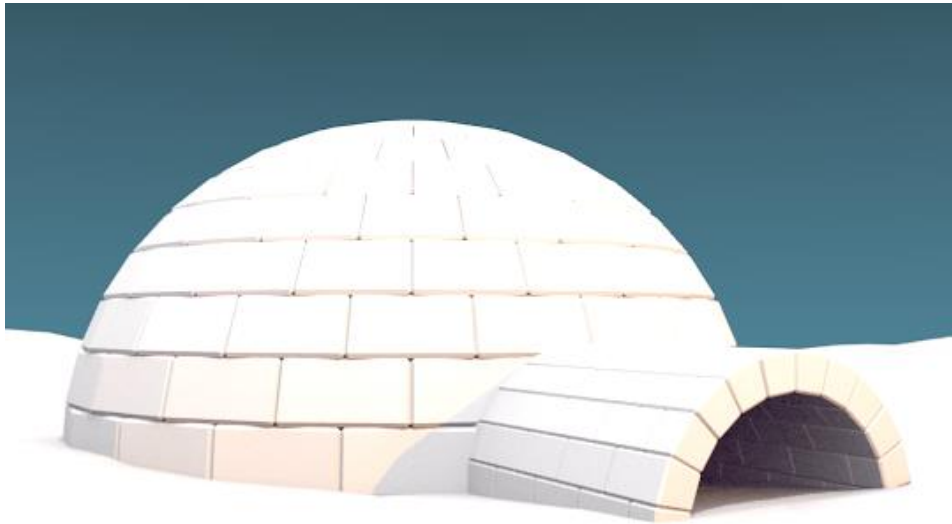
*Figura 5.36 Render de edificios low poly*

*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 5.37 Render de una fábrica low poly*

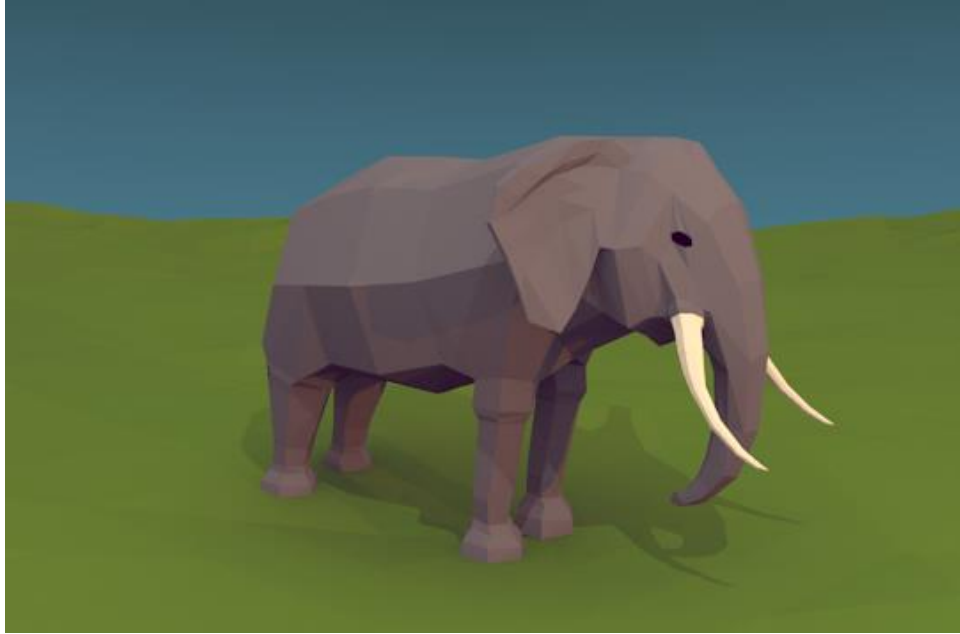
*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 5.38 Render de un iglú low poly*  
*Fuente: Elaboración propia*



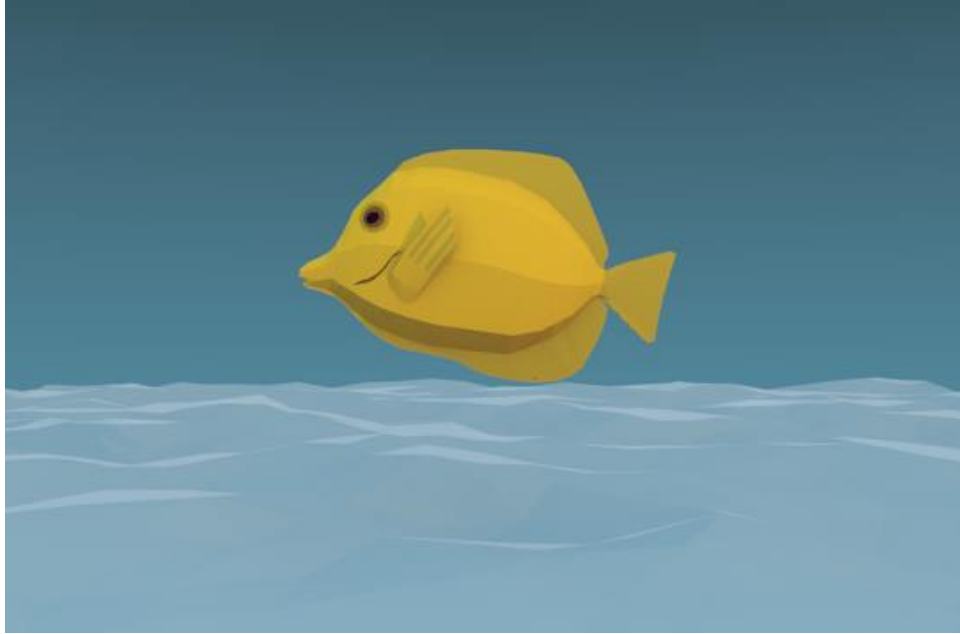
*Figura 5.39 Render de una bolsa de basura low poly*  
*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 5.40 Render de un elefante low poly*  
*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 5.41 Render de un pájaro low poly*  
*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 5.42 Render de un pez low poly*  
*Fuente: Elaboración propia*

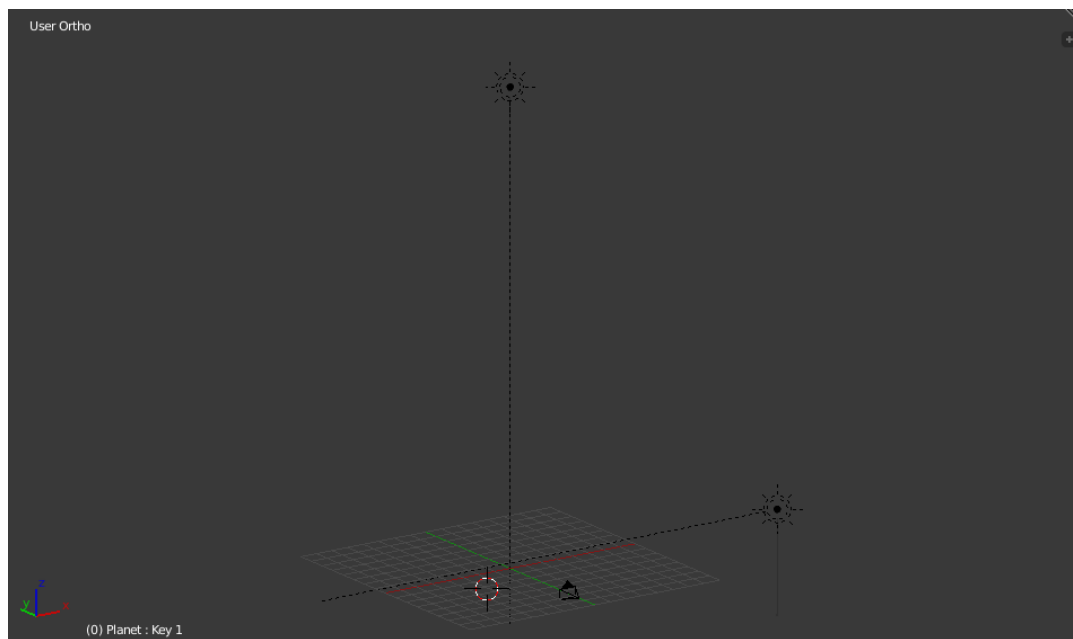


*Figura 5.43 Render de una persona low poly*  
*Fuente: Elaboración propia*

## 5.7 Creación de escenarios

Una vez se tienen todos los elementos modelados, se puede comenzar la animación. En cada una de las escenas que se han animado, se ha creado un escenario en el que sucede la animación. Por lo tanto, la creación de escenarios se ha realizado en conjunto con la animación.

Para crear los escenarios, primero se ha realizado el montaje de cámara y luces. Para todas las escenas, tanto las luces como la cámara van a permanecer estáticas. La cámara tiene un ángulo normal, apuntando siempre al centro de la escena, en la cual está la esfera del planeta. Se tienen además dos luces, una en el centro a bastante altura, apuntando en dirección recta hacia abajo; la otra está en una esquina, a menos altura y apuntando al centro.



*Figura 5.44 Montaje del escenario básico*

*Fuente: Elaboración propia*

### 5.7.1 Escena 1

Para la primera escena del cortometraje se ha utilizado un montaje distinto, ya que es un paisaje, en lugar de un fondo con el planeta. Por ello, la luz de arriba no se ha utilizado y han quedado la cámara y la luz desde la esquina. Para este escenario se han realizado montañas *low poly* a partir de un plano, en el que se han levantado distintos

vértices con la herramienta de edición proporcional, mediante la que se ven afectados los vértices cercanos. Cambiando la curva de edición proporcional, se han conseguido los distintos picos. Además, se le ha aplicado el modificador de *Decimate* para reducir el número de polígonos. Se les ha añadido el color y se han creado planos para la parte de delante de las montañas mediante los modificadores *Displace* y *Decimate*. Con esto creado, se han añadido todos los elementos en la superficie de los planos mediante la restricción de *Shrinkwrap*, que permite que un objeto quede anclado a la superficie de otro, en este caso, el plano del suelo.



*Figura 5.45 Montaje escena 1*

*Fuente: Elaboración propia*



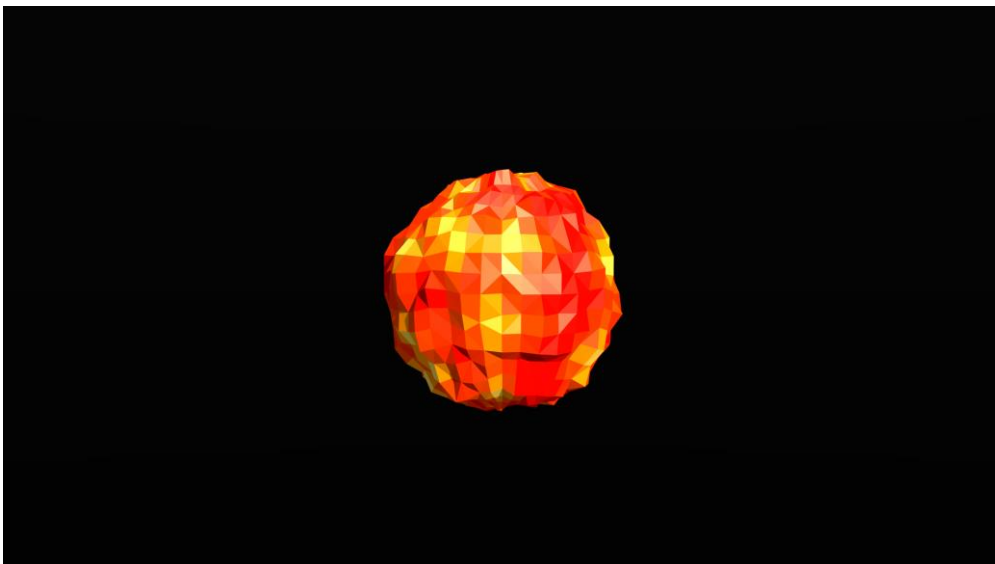


*Figura 5.46 Render de la escena 1*

*Fuente: Elaboración propia*

## 5.7.2 Escena 2

Para la escena 2 únicamente se ha creado la esfera con la superficie formada por elevaciones, ya explicada en el apartado *Modelado del planeta*. Además, se han añadido los colores, empezando de más claro a más oscuro, para simular el color de la lava.



*Figura 5.47 Render de la escena 2*

*Fuente: Elaboración propia*

### 5.7.3 Escena 3

Para la escena 3 se han colocado los continentes en la esfera del planeta para crear el globo terráqueo *low poly*, ya explicado en el apartado *Modelado del planeta*.

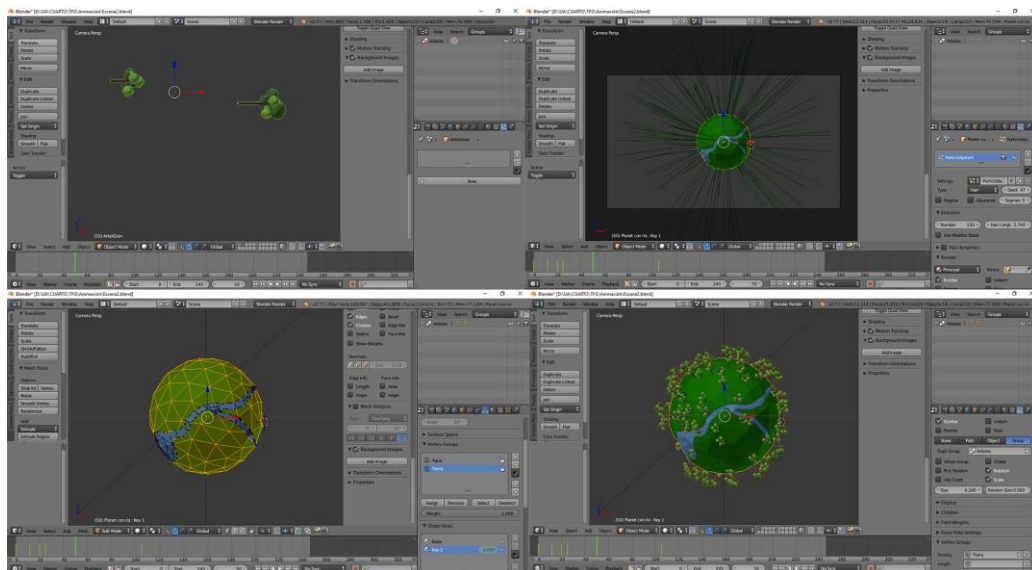


*Figura 5.48 Render de la escena 3*

*Fuente: Elaboración propia*

### 5.7.4 Escena 4

Para la creación de la escena 4, y de la mayoría de escenas, se ha utilizado principalmente una técnica para colocar los objetos en la superficie de la esfera. Se han utilizado efectos de partículas de tipo *Hair*, siendo las partículas todos y cada uno de los elementos que se quiere tener en la superficie en cada escena en concreto. Para ello, en el proyecto se tiene, por ejemplo, un árbol alto y uno bajo formando un grupo, con el pivote en la parte inferior de cada árbol y con una rotación de 90° en el eje Y. En el efecto de partículas se aplica este grupo con su rotación y se elige el tamaño deseado. Además, en el caso de querer esos objetos en una zona determinada de la esfera, se crean grupos de vértices que se aplican a la densidad de las partículas, de manera que sólo aparecen en esos vértices.



*Figura 5.49 Creación de árboles en la superficie de la esfera*

*Fuente: Elaboración propia*

Por otro lado, a la hora de crear zonas de agua en la esfera, se ha marcado el relieve de la zona con la herramienta *Knife*, creando los vértices necesarios. A continuación, se han seleccionado todas las caras que pertenecen a la zona de agua, y se han extruido hacia dentro. Por último, se han aplicado los modificadores de *Displace* y *Decimate* en esa zona únicamente, para hacer un relieve distinto al de la esfera simulando el agua con elevaciones.

Por ello, en la escena 4, se ha creado la zona de agua y se han colocado todos los elementos deseados en la superficie mediante distintos efectos de partículas: árboles, pinos, rocas, césped, arbustos, elefantes y personas. Por último, se han colocado las nubes alrededor de la esfera mediante la restricción *Shrinkwrap*, añadiéndoles cierta distancia al planeta.

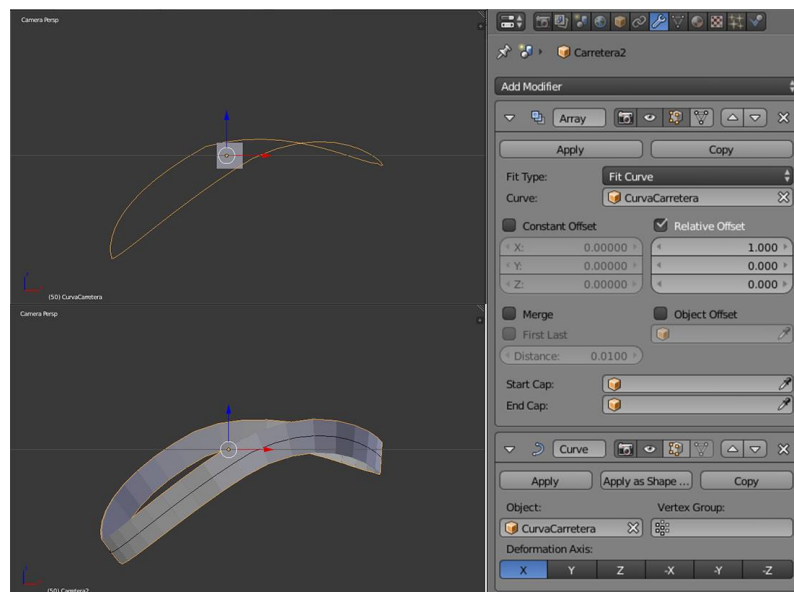


*Figura 5.50 Render de la escena 4*

*Fuente: Elaboración propia*

### 5.7.5 Escena 5

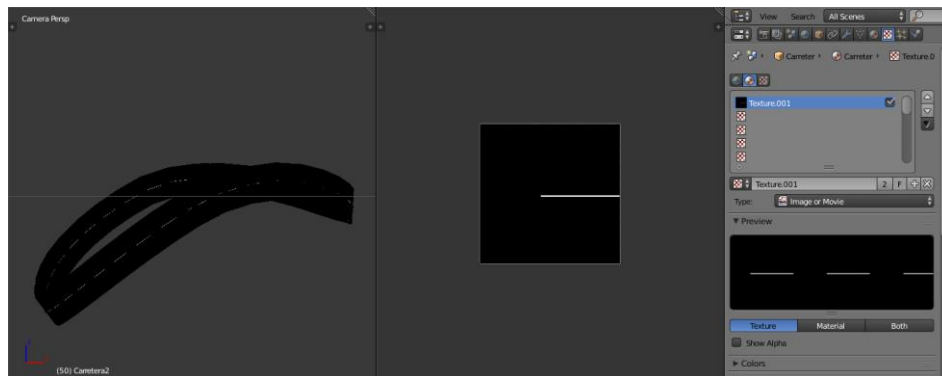
En la escena 5, primero se han modelado las carreteras. Para ello, a partir de un círculo al que se le ha dado la forma adecuada y un cubo plano, se ha creado la malla de la carretera con un *Array* del cubo ajustado al círculo y con el modificador *Curve*, para seguir la dirección de la curva. De esta forma, se ha extruido de alguna manera la curva con la forma de la carretera.



*Figura 5.51 Extrusión de cubo a lo largo de una curva*

*Fuente: Elaboración propia*

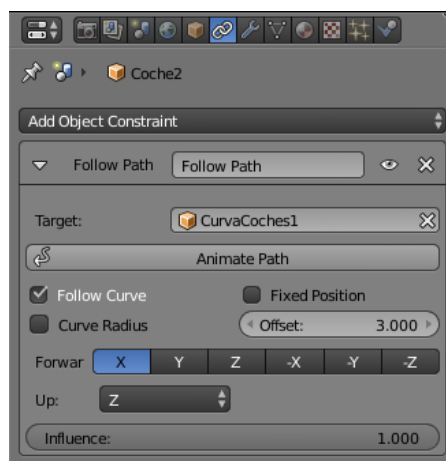
Además, se ha añadido a las carreteras la textura para tener una línea discontinua en el centro de la misma. Para ello, en el modo edición del cubo se realiza un mapeado UV para poder aplicar una imagen de la textura al objeto.



*Figura 5.52 Texturización de la carretera*

*Fuente: Elaboración propia*

Una vez hechas las carreteras, se han colocado dos líneas curvas iguales a las de la carretera, una a cada lado de la misma. Con ellas se han creado varios coches a partir de un cubo, que se han repartido a lo largo de las curvas mediante la restricción *Follow Path*, la cual permite elegir una curva para que el objeto se sitúe y pueda moverse a lo largo de ella.

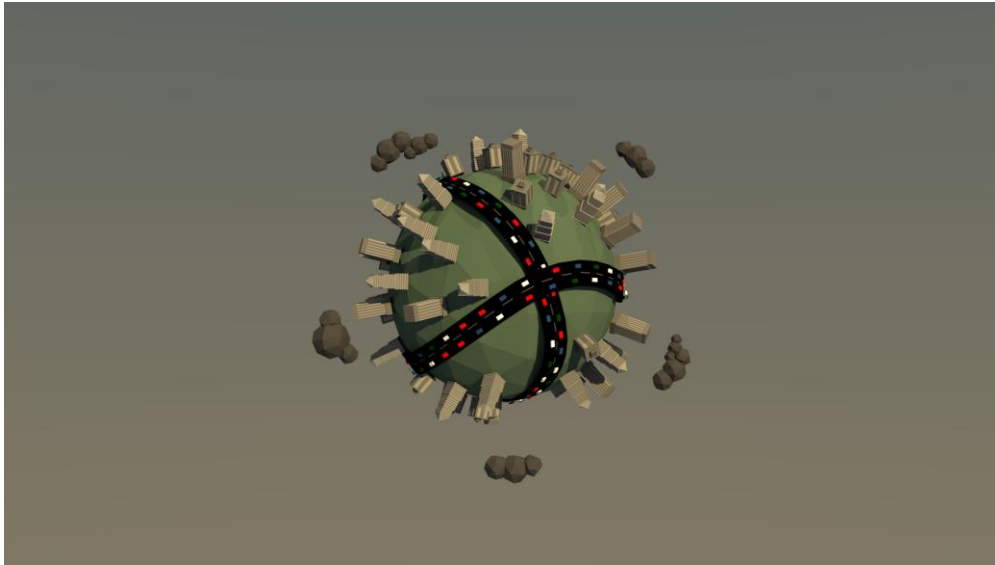


*Figura 5.53 Herramienta Follow Path*

*Fuente: Elaboración propia*

A continuación se han colocado los edificios en la superficie de la esfera mediante un efecto de partículas de tipo *Hair*. Se han seleccionado los vértices adecuados para no

tener edificios en la zona de carreteras. Por último, se han colocado las mismas nubes que en la escena anterior, con un tono más oscuro.

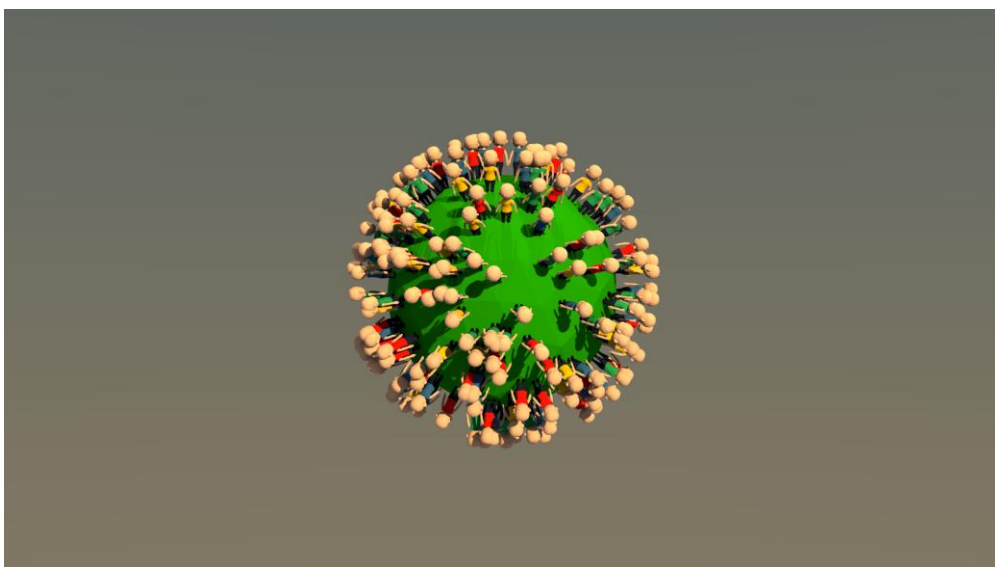


*Figura 5.54 Render de la escena 5*

*Fuente: Elaboración propia*

### 5.7.6 Escena 6

Para la escena 6 simplemente se ha creado un efecto de partículas de tipo *Hair* con un grupo de varios personajes, de manera que queden repartidos por toda la esfera.

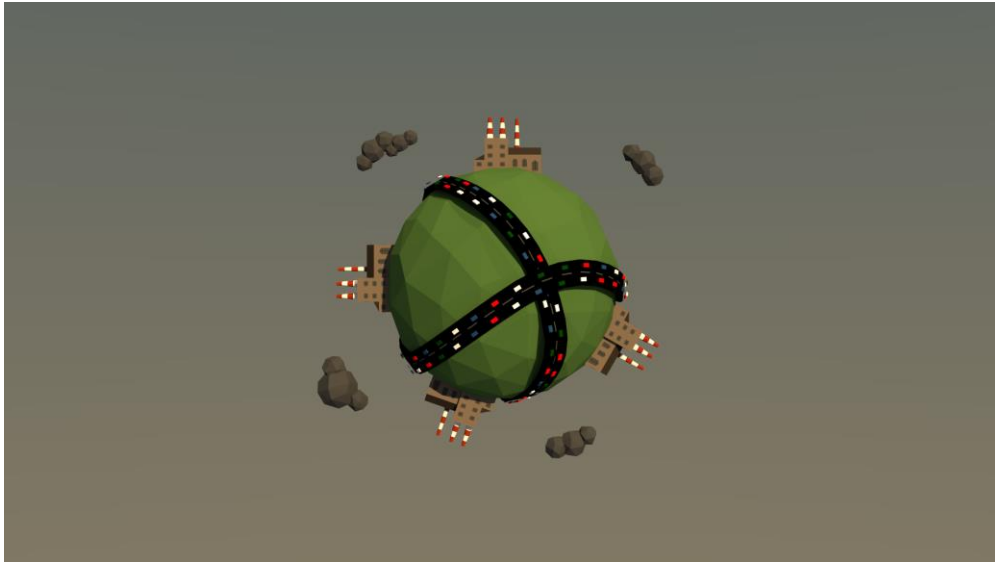


*Figura 5.55 Render de la escena 6*

*Fuente: Elaboración propia*

### 5.7.7 Escena 7

La escena 7.1 se ha creado mediante las mismas carreteras de la *Escena 5* y las mismas nubes. Además, se han añadido manualmente cuatro fábricas rodeando la esfera.



*Figura 5.56 Render de la escena 7.1*

*Fuente: Elaboración propia*

Para la segunda parte de esta escena se ha creado un efecto de partículas de tipo *Hair* formado por un grupo de muchas nubes oscuras de gran tamaño, cubriendo toda la superficie de la esfera.



*Figura 5.57 Render de la escena 7.2*

*Fuente: Elaboración propia*

### 5.7.8 Escena 8

En la escena 8.1 se ha creado una zona amplia de agua, de la misma forma que se ha explicado en *Escena 4*. Se han colocado los árboles y pinos en la zona verde mediante efectos de partículas, se ha añadido el barco a la zona de agua y las nubes rodeando la esfera.



*Figura 5.58 Render de la escena 8.1*

*Fuente: Elaboración propia*

Para la escena 8.2 se han colocado manualmente grupos de bolsas de basuras apiladas, y se ha duplicado la zona de agua, siendo negra y estando por encima de la anterior.



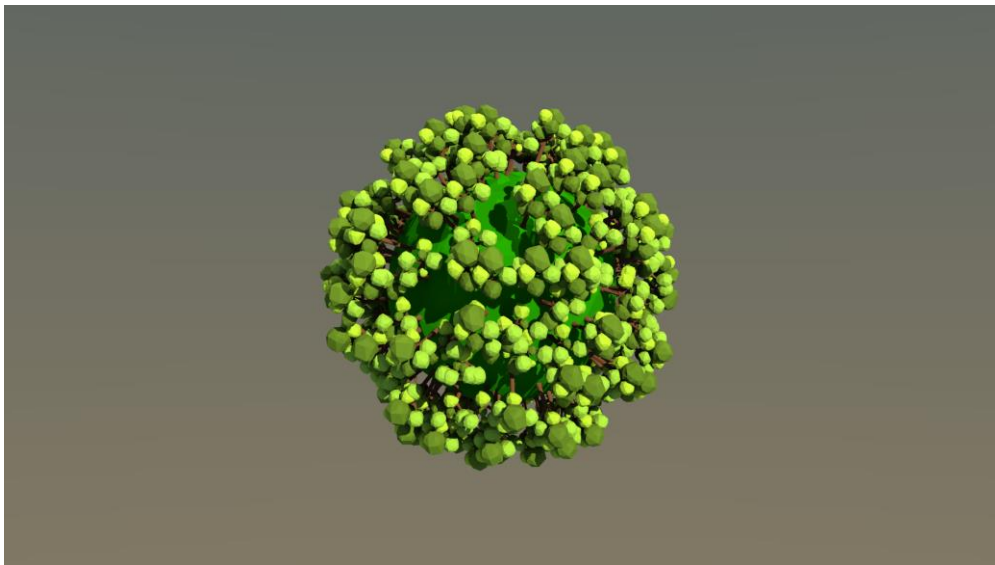


*Figura 5.59 Render de la escena 8.2*

*Fuente: Elaboración propia*

### 5.7.9 Escena 9

En la escena 9 se ha creado un efecto de partículas de tipo *Hair*, formado por un grupo de árboles distintos, cubriendo toda la esfera.

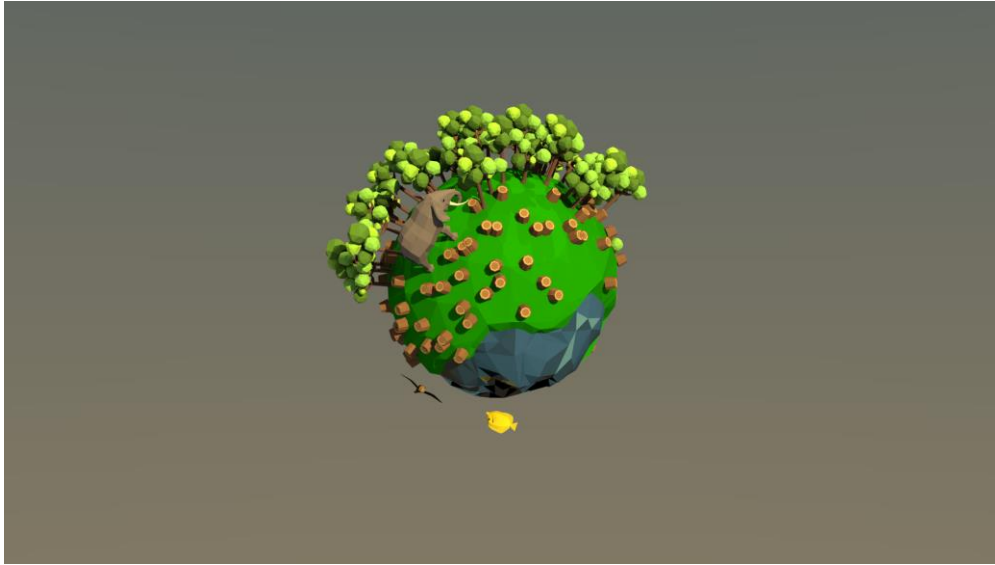


*Figura 5.60 Render de la escena 9*

*Fuente: Elaboración propia*

### 5.7.10 Escena 10

En la escena 10 se ha vuelto a usar la esfera de la *Escena 8*, pero con la zona verde formada por árboles y troncos cortados de árboles. Además, se ha añadido un elefante cerca de los árboles, un pájaro por encima de la esfera y un pez cerca del agua. Tanto el pájaro como el pez, están anclados cada uno a una curva, que servirá posteriormente para su animación, y se ha utilizado la restricción de *Follow Path*.

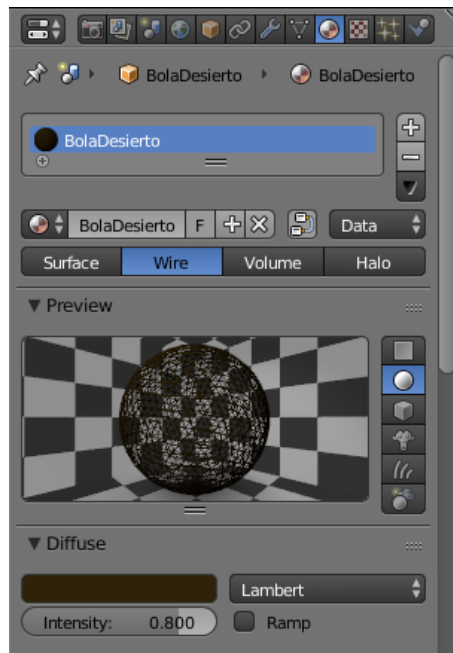


*Figura 5.61 Render de la escena 10*

*Fuente: Elaboración propia*

### 5.7.11 Escena 11

En la escena 11 la esfera se ha hecho de color arena, se ha colocado un cactus en la parte superior de la misma y se ha creado una bola del desierto mediante una esfera a la que se le ha aplicado un material de tipo *Wire*, el cual permite que se vean solo las aristas de la esfera.



*Figura 5.62 Material Wire*

*Fuente: Elaboración propia*

Esta bola del desierto se ha anclado a una curva alrededor de la esfera, mediante la restricción *Follow Path*.

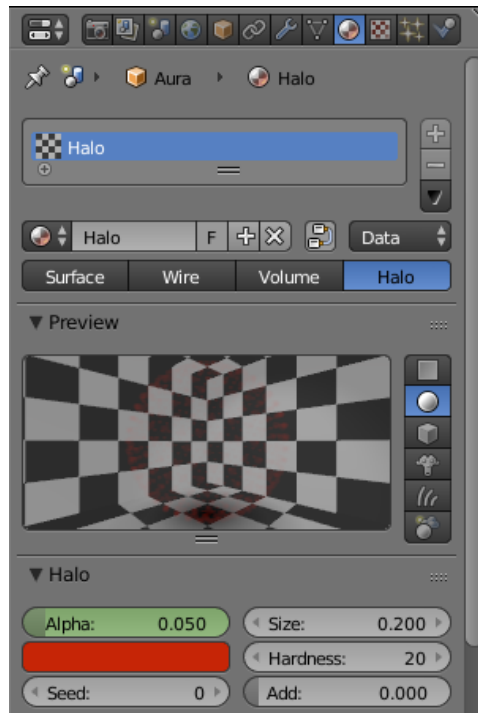


*Figura 5.63 Render de la escena 11*

*Fuente: Elaboración propia*

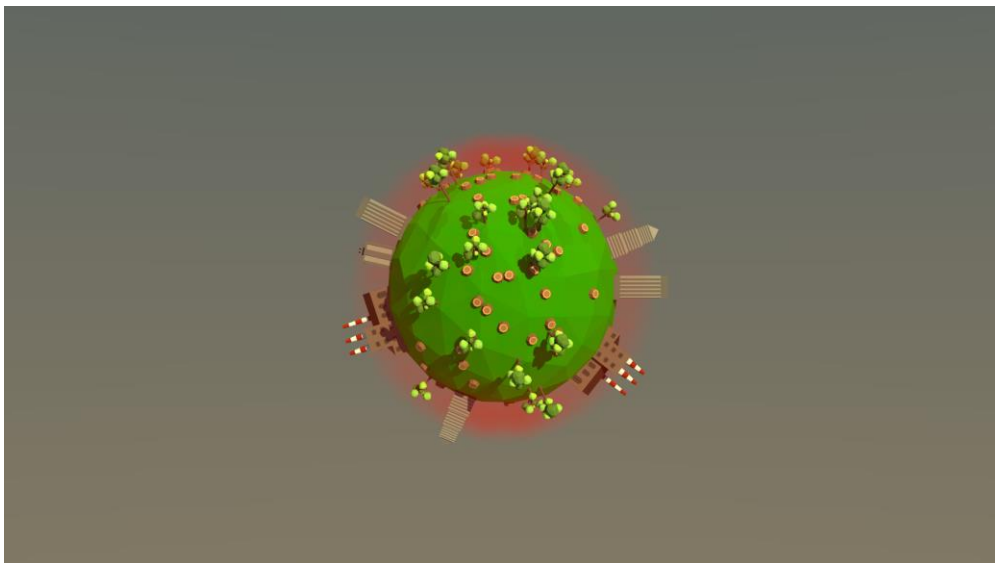
## 5.7.12 Escena 12

En la escena 12.1 se han colocado árboles y troncos talados por el centro de la esfera, junto con edificios y fábricas rodeando la misma. Además, para crear el aura roja, se ha añadido una esfera con un material de tipo *Halo*, que permite hacer ese efecto.



*Figura 5.64 Material Halo*

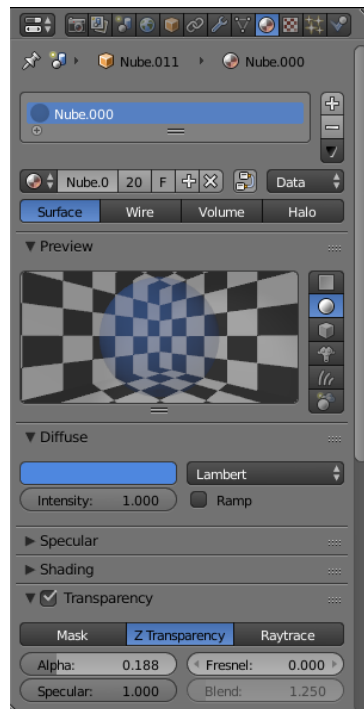
*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 5.65 Render de la escena 12.1*

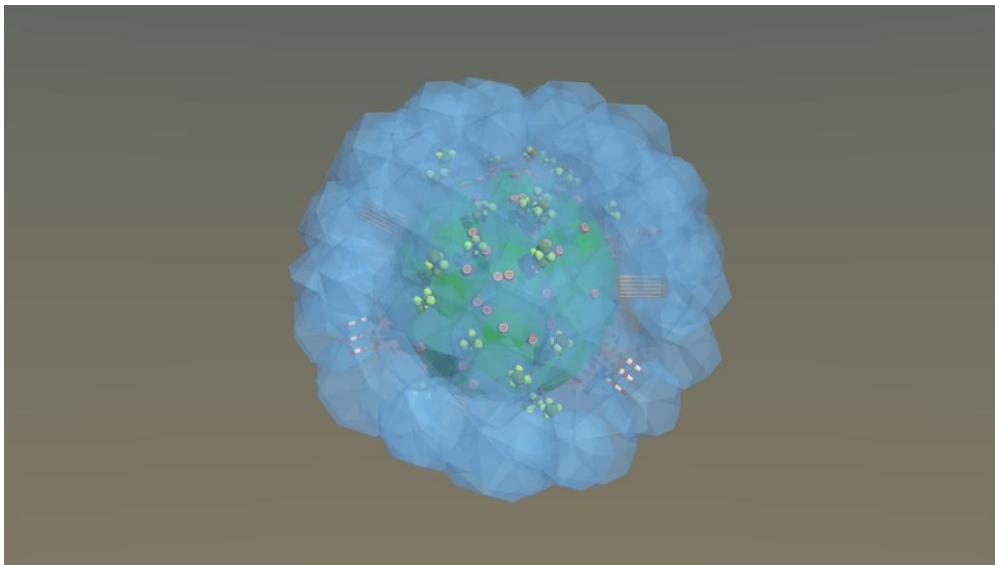
*Fuente: Elaboración propia*

Para la escena 12.2 se ha creado un efecto de partículas de un grupo de nubes semi-transparentes, de color azul, cubriendo toda la esfera.



*Figura 5.66 Material de la nube semi-transparente*

*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 5.67 Render de la escena 12.2*

*Fuente: Elaboración propia*

### 5.7.13 Escena 13

Para la escena 13 se han creado los trozos de hielo a partir de una esfera. Se han eliminado zonas y las restantes se han extruido hacia arriba para darle volumen. Por último, se han movido ciertos vértices de los extremos de los trozos, para crear los picos del borde. A estos trozos de hielo, se les ha añadido un efecto de partículas con los pinos nevados y se ha colocado manualmente el iglú. Por último, se le ha dado a la esfera el color y el brillo necesario para simular el agua.



*Figura 5.68 Render de la escena 13*

*Fuente: Elaboración propia*

### 5.7.14 Escena 14

Por último, la escena 14 se ha creado con una esfera de color marrón, troncos de árboles sin hojas, botes tóxicos creados con un cilindro, y un charco verde fosforito creado a partir de un plano.



*Figura 5.69 Render de la escena 14*

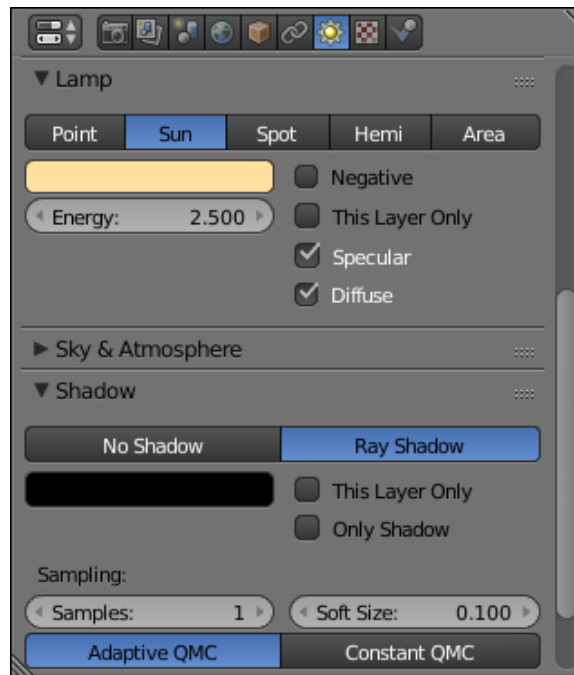
*Fuente: Elaboración propia*

## 5.8 Iluminación

Para iluminar todas las escenas se han utilizado dos luces. La primera se encuentra en el centro de la escena, pero a cierta altura. La segunda se encuentra en una esquina de la escena, a menos altura y apuntando al centro. Ambas luces son de tipo *Sun*, es decir, simulan el efecto de la luz solar, por lo que emiten luz con una intensidad constante, que viene de una dirección dada.

Para que estas luces produzcan sombras, se ha activado el *Ray Shadow*, de manera que las sombras se generan por trazado de rayos, es decir, se proyectan rayos desde fuentes lumínicas de manera uniforme y en todas direcciones. Las sombras son los píxeles de la imagen final que no han sido tocados por un rayo de luz. En este caso, como las luces son solares, se emiten rayos desde un supuesto punto infinito, siendo todos los rayos paralelos y en la dirección de la luz.

Estas luces, además, son ambas de color amarillo claro, de tipo especular y difusa, es decir, esta luz afecta tanto a los materiales con color difuso como especular.



*Figura 5.70 Opciones de la luz*

*Fuente: Elaboración propia*

## 5.9 Cámaras

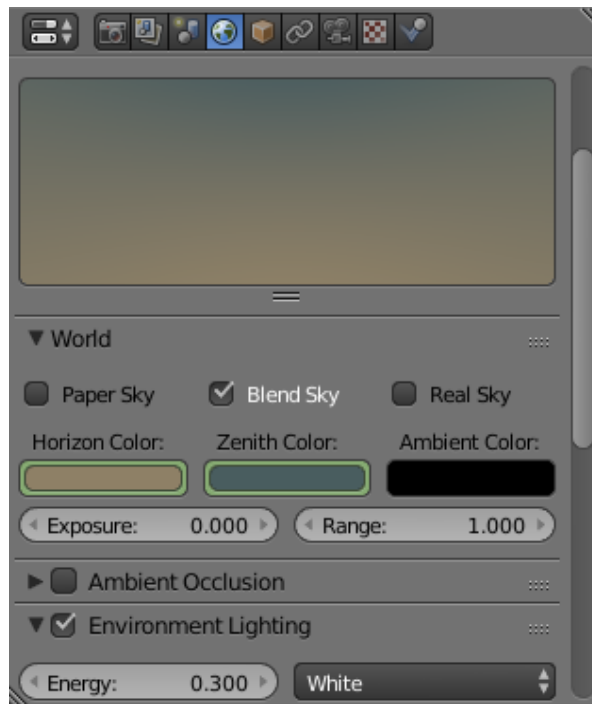
En este cortometraje se ha empleado una única cámara, la cual se encuentra en perpendicular a la esfera, apuntando al centro de la misma. Esta cámara es estática durante todo el cortometraje, ya que se quería tener la atención centrada en el planeta, donde se va a representar toda la animación.

## 5.10 Fondo

En este cortometraje el fondo se ha implementado en *Blender*, ya que permite hacer un fondo degradado que se adapta bien a las necesidades de este proyecto. Este fondo tiene cierta importancia en la animación, ya que pretende transmitir, junto con la Tierra, el mensaje relacionado con el texto mostrado.

Para crear este fondo, en *Blender* hay una opción en la que se puede crear un cielo de distintas formas. En este caso, se ha creado un cielo de tipo *Blend Sky*, el cual permite tener un gradiente entre dos colores, empezando en la parte inferior de la pantalla y acabando en la parte superior. Además, se ha aplicado cierta luz ambiental blanca.





*Figura 5.71 Opciones del fondo*

*Fuente: Elaboración propia*

## 5.11 Animación

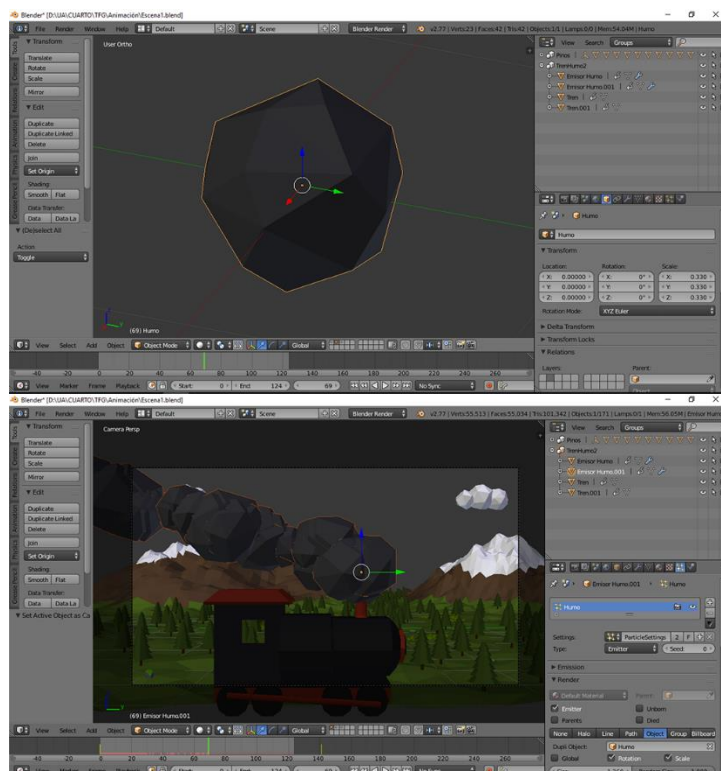
La animación de este cortometraje está centrada principalmente en objetos apareciendo y realizando alguna acción o movimiento. Debido a que no tenemos personajes dinámicos, no ha sido necesaria la captura de movimiento. Por ello, toda la animación ha sido realizada mediante la técnica de animación por cotas, es decir, se han creado fotogramas clave (*keyframes*), para luego obtener los fotogramas intermedios automáticamente mediante interpolación de los *keyframes*. Además, se han empleado algunas herramientas de *Blender* para obtener ciertos efectos de animación.

### 5.11.1 Escena 1

La escena 1, debido a que es una escena introductoria del título del cortometraje, es distinta a todas las demás. Se tiene el paisaje estático y la única animación es la de un tren que avanza desde la esquina inferior izquierda hasta desaparecer por la derecha, mientras echa humo por la chimenea.

El tren tiene una animación simple consistente en un movimiento recto desde un lateral de la escena al otro. Para crear el humo se ha empleado un efecto de partículas de

tipo emisión, expulsando esferas de bajos polígonos y deformadas, siguiendo el movimiento del tren.



*Figura 5.72 Creación de humo*

*Fuente: Elaboración propia*

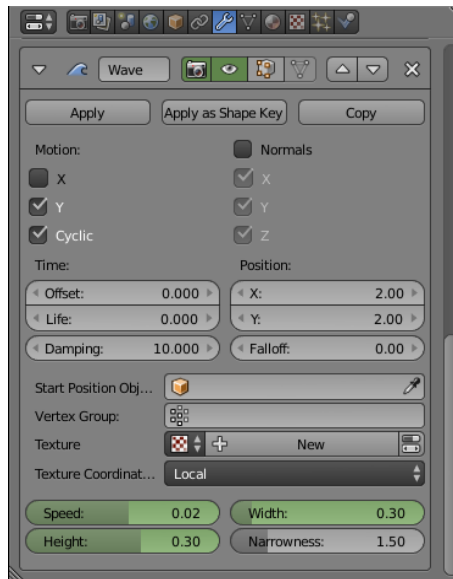


*Figura 5.73 Animación de la escena 1*

*Fuente: Elaboración propia*

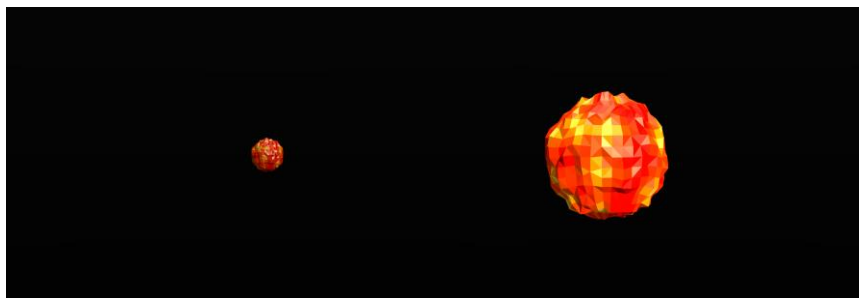
### 5.11.2 Escena 2

En esta escena se ha animado la escala del planeta de lava, de manera que empiece con una escala 0, hasta hacerse grande. Además, la esfera tiene un modificador llamado *Wave*, que permite simular una ola en la superficie de la misma. De esta forma se consigue un movimiento que imita a un fluido. Mientras esto sucede, la esfera gira lentamente sobre el eje Z.



*Figura 5.74 Modificador Wave animado*

*Fuente: Elaboración propia*



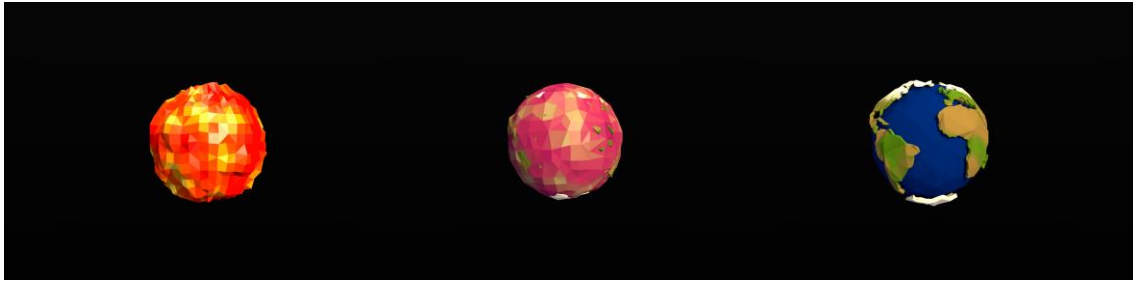
*Figura 5.75 Animación de la escena 2*

*Fuente: Elaboración propia*

### 5.11.3 Escena 3

En esta escena se comienza con la esfera de lava, que gira 180° en el eje Z, mientras se reduce el número de polígonos mediante *Decimate*, se le elimina el efecto de *Displace* y cambia de color al azul en su totalidad. Además, los continentes se escalan

mientras la esfera gira, quedando en su superficie. Por último, una vez se tiene el globo terráqueo, se ha hecho girar lentamente sobre su eje Z.

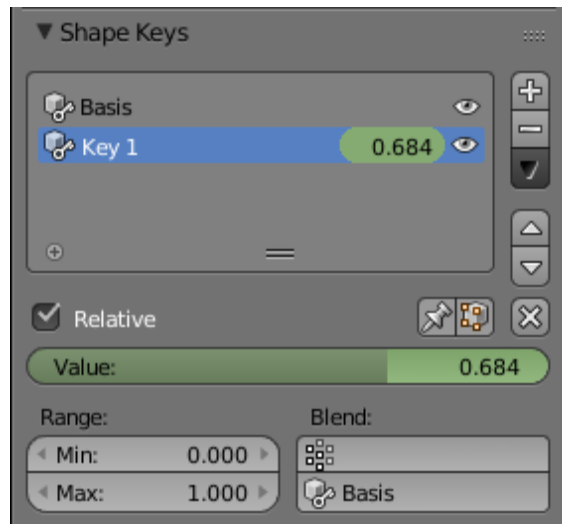


*Figura 5.76 Animación de la escena 3*

*Fuente: Elaboración propia*

#### 5.11.4 Escena 4

En la escena 4 se ha realizado primero la transición entre la escena 3 y esta de la misma manera que la anterior. Se realiza un giro de 180° en el eje Z de la esfera, mientras los continentes se escalan hacia dentro de la esfera y esta va cambiando de color a verde. Además, como en esta escena se tiene una zona de agua, se ha hecho que esta área se escale hacia dentro y cambie de color, para marcar esta zona de forma progresiva. Para hacer esto, se han utilizado *Shape Keys*, que es la herramienta de *Blender* que nos permite animar modificaciones de la malla. Se añade una *Shape Key* base y otra en la que se guarda la modificación. Seleccionando esta última en el modo edición del objeto, se realiza la modificación deseada, en este caso, se ha escalado hacia fuera la zona de agua para que quede a la misma altura que la parte verde. Una vez hecho esto, se vuelve al modo objeto y la modificación realizada desaparece, ya que ha quedado guardada en la *Key* creada. Para animarla, solo tenemos que cambiar el valor de ella.

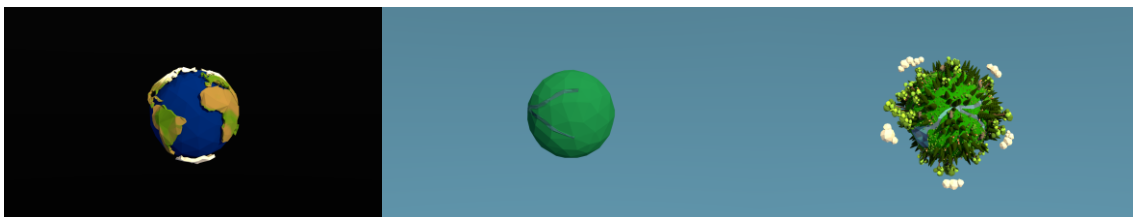


*Figura 5.77 Herramienta Shape Keys*

*Fuente: Elaboración propia*

Una vez se ha obtenido la esfera verde con el agua, se han escalado los elementos que se encuentran en la superficie, cada uno en distinto tiempo. Debido a que son partículas, ha bastado con escalar el elemento base para que todas las partículas realizaran la animación. Mientras aparecen los elementos, la esfera gira lentamente sobre el eje Z y el agua se mueve, animando la fuerza del modificador *Displace*.

Por último, se ha animado el color de fondo desde el negro al azul, de manera que va cambiando el color pasando por todos los colores intermedios.



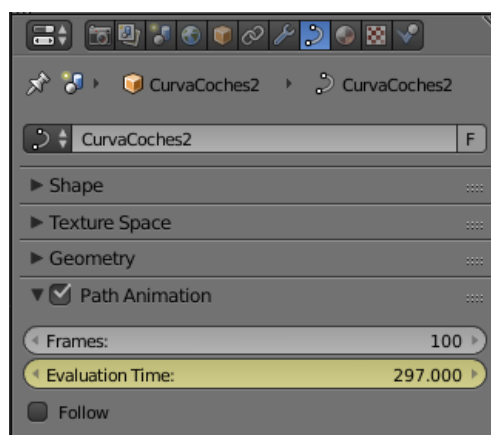
*Figura 5.78 Animación de la escena 4*

*Fuente: Elaboración propia*

### 5.11.5 Escena 5

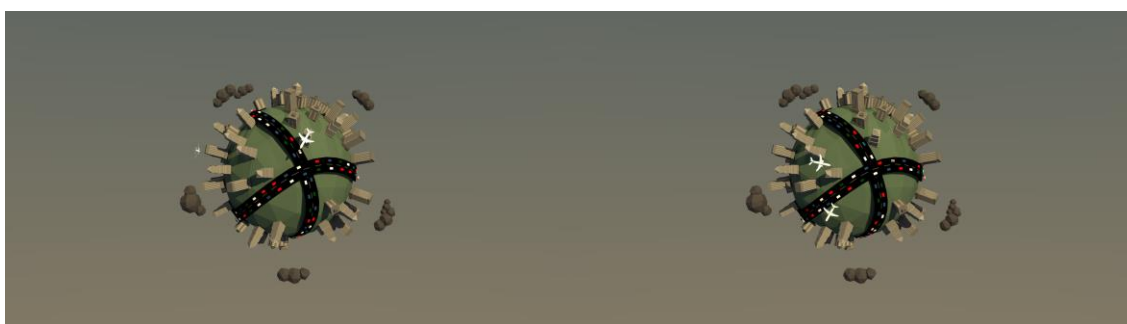
En la escena 5, además de la transición entre escenas realizada de la misma manera, se han animado los coches y los aviones. Para los aviones se han empleado

círculos que rodean a la esfera y con la restricción *Follow Path*, se ha animado el recorrido del avión siguiendo la curva del círculo. De la misma forma se ha hecho la animación de los coches, cada uno en su correspondiente curva. Además, se ha animado el fondo de color azul a un color grisáceo.



*Figura 5.79 Animación mediante Follow Path*

*Fuente: Elaboración propia*

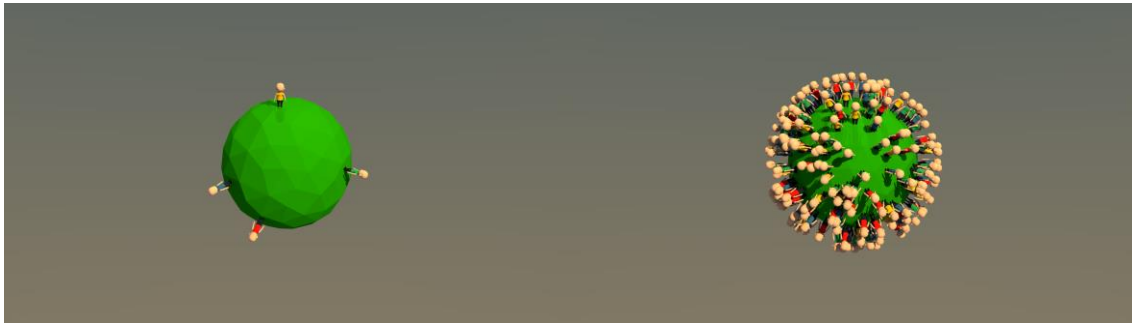


*Figura 5.80 Animación de la escena 5*

*Fuente: Elaboración propia*

## 5.11.6 Escena 6

En la escena 6 se ha realizado la transición entre escenas, quedando primero 4 personajes en la superficie que se han escalado mientras giraba el planeta. A continuación, para conseguir el efecto de los personajes apareciendo uno a uno, se tiene un grupo de múltiples personajes aplicado al efecto de partículas, de manera que animando cada uno de los personajes de este grupo en distinto tiempo, no aparecen a la vez en la esfera.



*Figura 5.81 Animación de la escena 6*

*Fuente: Elaboración propia*

### 5.11.7 Escena 7

En esta escena vuelven a aparecer las carreteras y los aviones, animados de la misma manera que en *Escena 5*. Además, se ha animado el humo de las fábricas, que está formado por tres sistemas de partículas en cada fábrica que emiten esferas de pocos polígonos constantemente. Se les ha puesto una vida determinada a las partículas para que suban solo hasta cierto punto y desaparezcan. Además, no se ha aplicado gravedad para que las partículas no caigan, sino que sigan siempre la dirección de los tubos por donde salen.

A continuación empiezan a escalarse progresivamente las nubes que conforman el grupo aplicado al sistema de partículas hasta cubrir toda la esfera, no dejando ver nada más que las nubes oscuras.



*Figura 5.82 Animación de la escena 7*

*Fuente: Elaboración propia*

### 5.11.8 Escena 8

En la escena 8 se ha animado el humo del barco, de la misma forma que anteriormente. Se han animado también las bolsas de basura, escalándolas individualmente en tiempos distintos para que vayan apareciendo una a una. Por último,

se ha escalado el petróleo, de manera que fuera apareciendo por encima del agua hasta cubrirla entera.

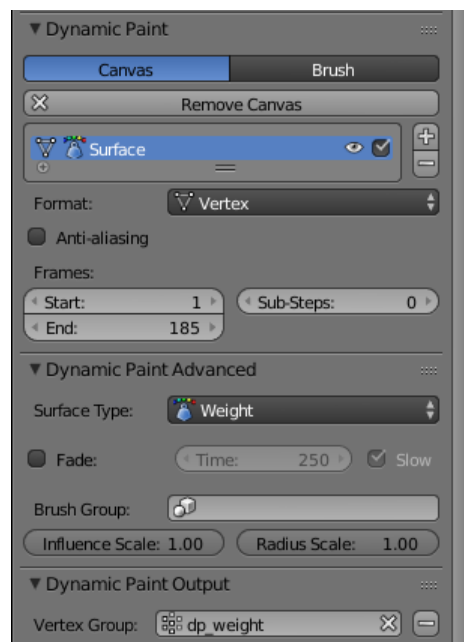


*Figura 5.83 Animación de la escena 8*

*Fuente: Elaboración propia*

### 5.11.9 Escena 9

En la escena 9 se ha utilizado una técnica distinta para representar los elementos de la superficie. En este caso se han creado dos sistemas de partículas, uno para los árboles y otro para los troncos de los árboles. Para conseguir el efecto de desaparición de los árboles y aparición de los troncos, se ha utilizado la herramienta llamada *Dynamic Paint*, la cual permite convertir objetos en lienzos de pintura y en pinceles para obtener colores de vértices que, junto con otras herramientas, pueden conseguir muchos tipos de efectos. En nuestro caso, la esfera se ha convertido en un lienzo de tipo *Peso*, de manera que en él se puede pintar para obtener grupos de peso de vértices.

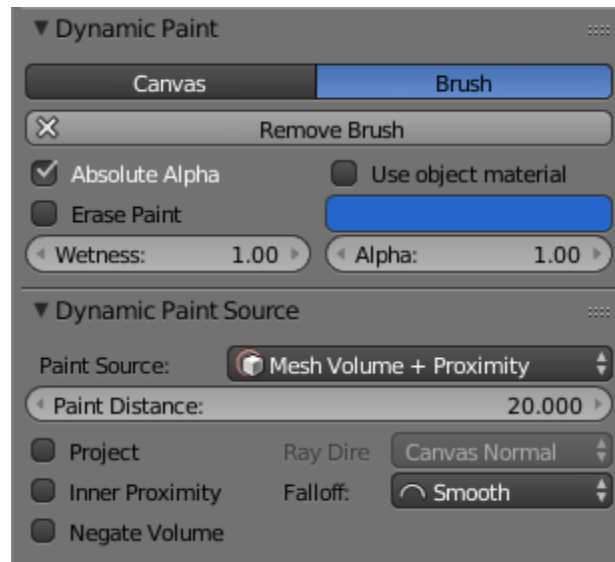


*Figura 5.84 Herramienta Dynamic Paint para Canvas*

*Fuente: Elaboración propia*



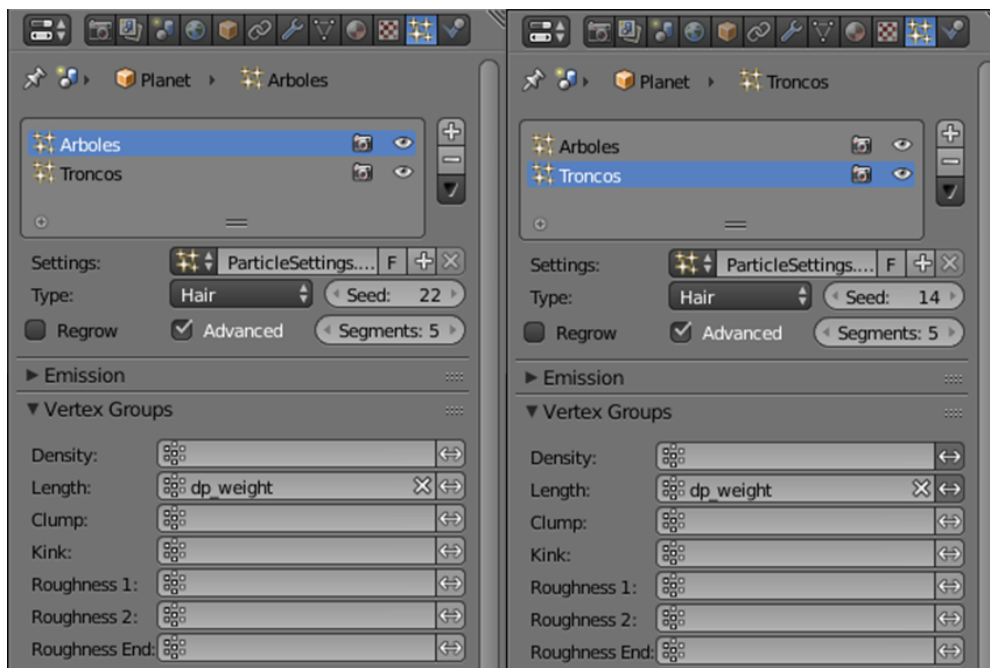
Además, se han creado dos planos a los que también se les ha aplicado la herramienta *Dynamic Paint*, pero de tipo pincel. Uno de ellos se ha hecho para pintar y el otro para borrar, de manera que este último tiene activada la opción de *Erase Paint*, que permite que el pincel disuelva la pintura existente, en lugar de añadirla. Ambos son de tipo *Mesh Volume + Proximity*, de manera que afecta a todos los puntos de la superficie dentro del volumen de la malla y a los que están a una distancia definida.



*Figura 5.85 Herramienta Dynamic Paint para Brush*

*Fuente: Elaboración propia*

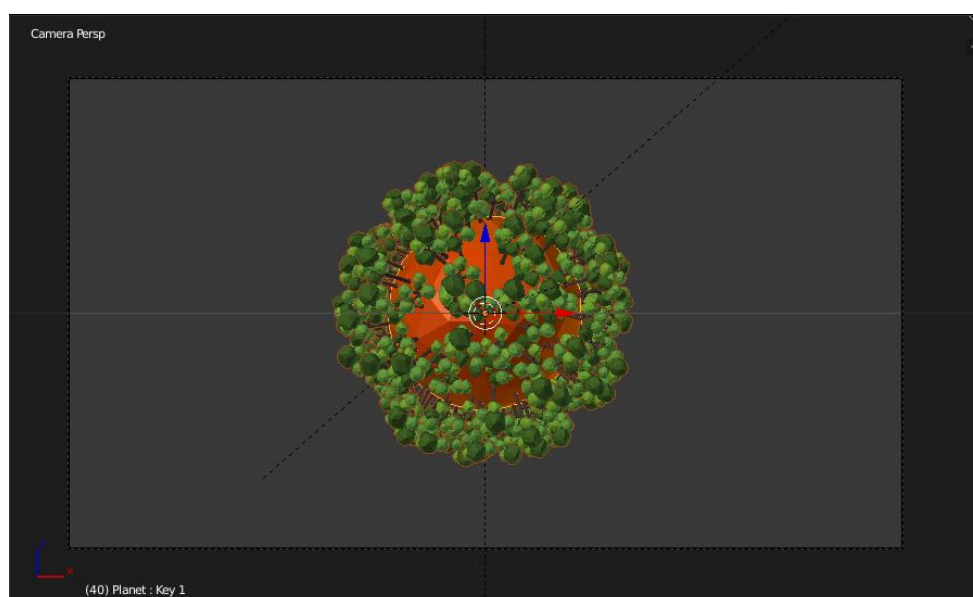
Con estas herramientas, aplicamos a los dos sistemas de partículas la pintura de salida del lienzo que está en la superficie a la longitud de las partículas, de manera que las partículas crezcan conforme el pincel pinte la superficie de la esfera y se eliminen cuando el otro pincel borre la pintura. Sin embargo, los troncos deben ir al contrario que los árboles, ya que cuando hay pintura, no son visibles, pero cuando no hay pintura, sí lo son. Para ello, se invierte el grupo de vértices al que afecta en la longitud.



*Figura 5.86 Partículas afectadas por el Dynamic Paint*

*Fuente: Elaboración propia*

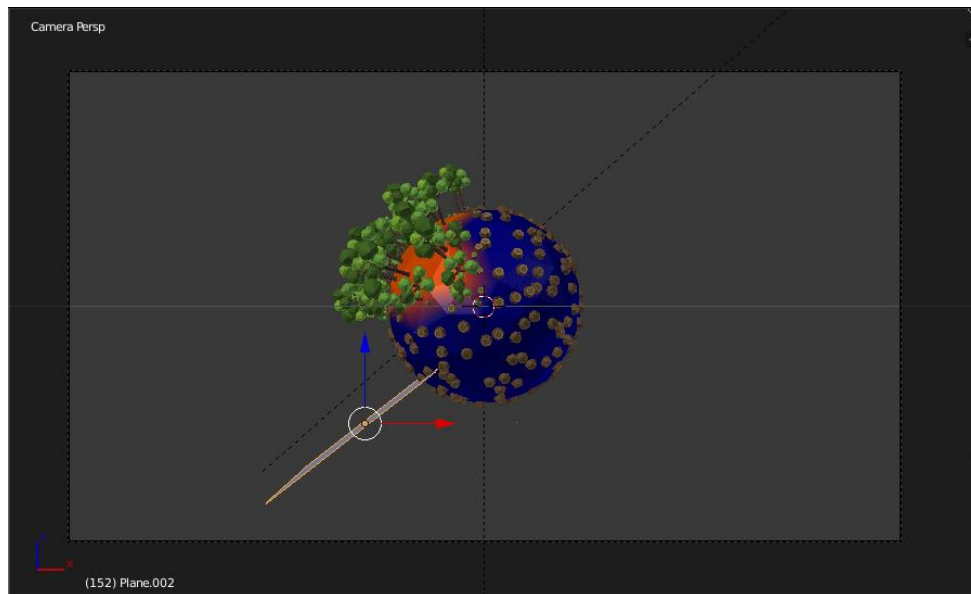
Para crear la animación, primero animamos el primer plano que tiene el pincel, de manera que se mueva de un lado al otro de la esfera para que quede completamente pintada de rojo, que es el peso con mayor influencia. Además, escalamos los árboles base de las partículas para que aparezcan en el momento en que gira la esfera.



*Figura 5.87 Esfera con árboles pintados mediante Dynamic Paint y partículas*

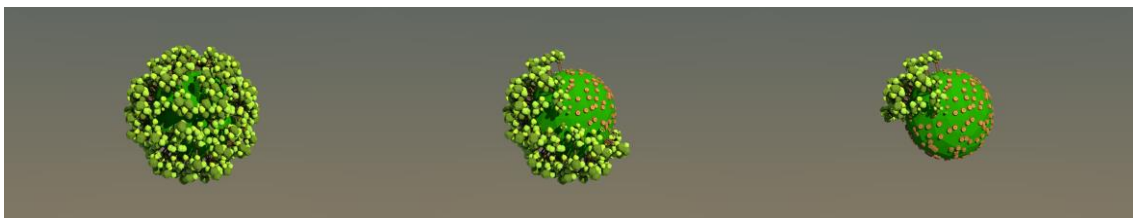
*Fuente: Elaboración propia*

A continuación, animamos el otro plano con la herramienta de borrar, de manera que rodee la esfera, borrando la pintura anterior. De esta forma, los árboles se borran y los troncos se pintan en la zona azul que deja el pincel, que es el peso de menos influencia.



*Figura 5.88 Esfera pintada con árboles y troncos mediante Dynamic Paint y partículas*

*Fuente: Elaboración propia*



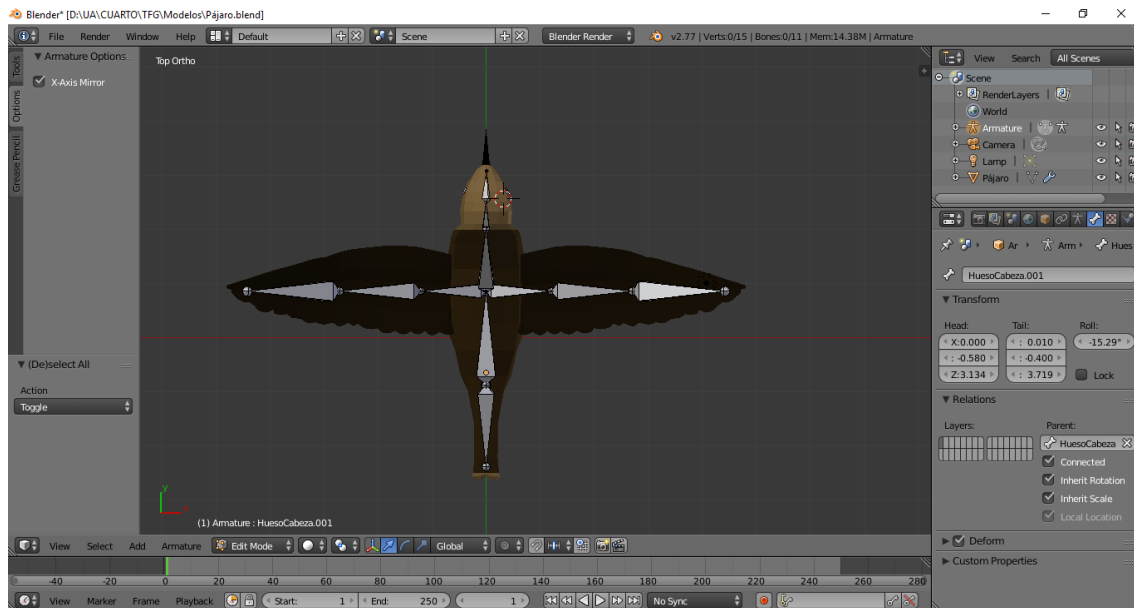
*Figura 5.89 Animación de la escena 9*

*Fuente: Elaboración propia*

### 5.11.10 Escena 10

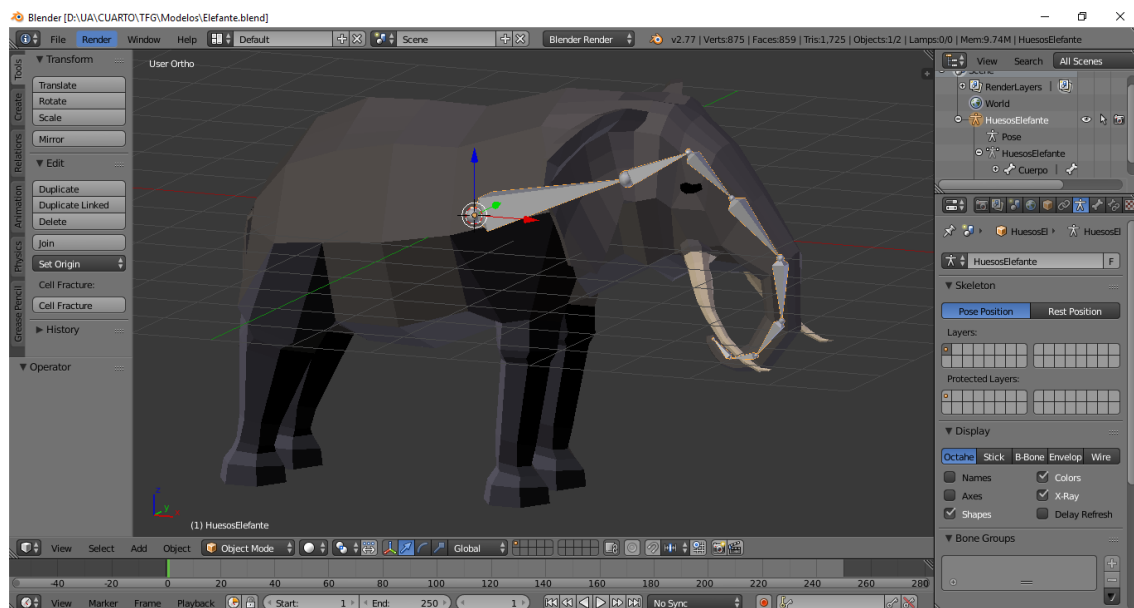
En la escena 10, además de las animaciones ya vistas para crear la transición entre escenas, se han animado los tres animales que aparecen. Para comenzar, se ha animado al pez saltando en el agua utilizando la restricción de *Follow Path* y una curva. Seguidamente, se ha realizado la animación tanto del pájaro como del elefante de la misma manera. Primero, se ha realizado el *rigging* de ambos modelos, el cual consiste en crear un esqueleto con sus cadenas de huesos, para animar o posicionar la malla de los animales sin alterarla demasiado. En el caso del pájaro, realizamos el esqueleto completo,

sin embargo, para el elefante solo necesitamos el esqueleto de la trompa, ya que es lo único que se va a mover.



*Figura 5.90 Rigging del pájaro*

*Fuente: Elaboración propia*

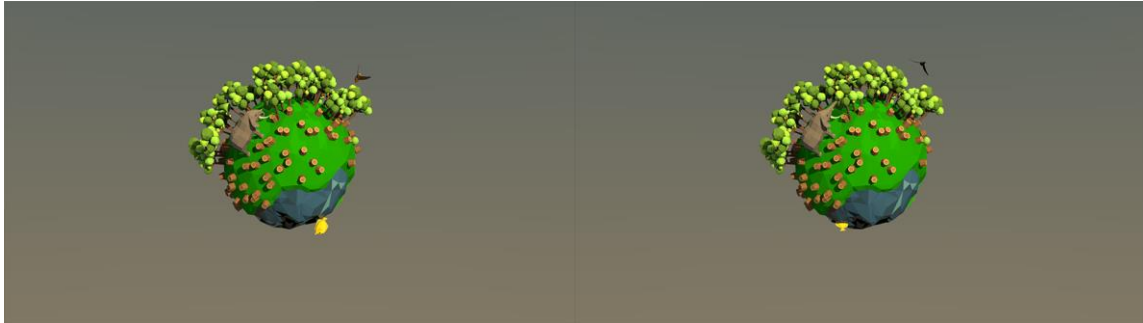


*Figura 5.91 Rigging de la trompa del elefante*

*Fuente: Elaboración propia*

Con los esqueletos creados, se han animado los huesos de las alas del pájaro, rotándolos de arriba abajo, para crear el efecto de vuelo; y se han animado los huesos de

la trompa, rotándolos hacia dentro y hacia afuera, para crear el movimiento de encoger y estirar la trompa. Además, el pájaro se mueve siguiendo un círculo que rodea la esfera, mediante *Follow Path*.



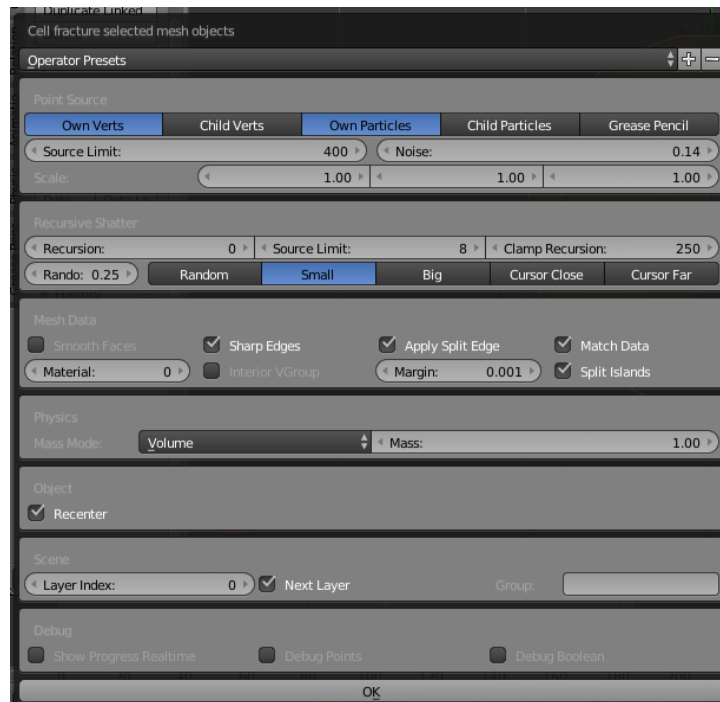
*Figura 5.92 Animación de la escena 10*

*Fuente: Elaboración propia*

### 5.11.11 Escena 11

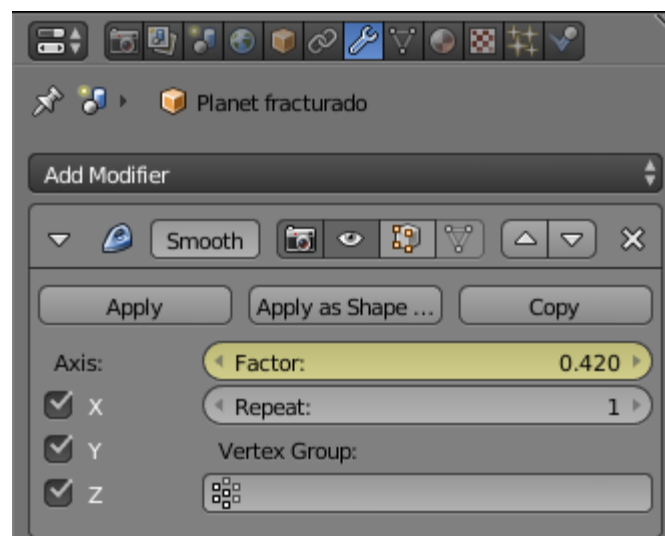
En la escena 11 tenemos dos partes. En la primera, se ha animado la bola del desierto mediante *Follow Path* siguiendo una curva que rodea toda la esfera, la cual tiene ondulaciones para crear saltos en la bola del desierto. Además, se ha animado la rotación de la misma para que rote a la vez que se desplaza por la curva.

En la segunda parte, la esfera del planeta se cuartea totalmente y comienzan a caer trozos por la parte inferior. Para realizar esto, primero se ha utilizado la herramienta externa de *Blender* llamada *Cell Fracture*, que permite fracturar los objetos con los parámetros deseados. Por lo tanto, crea una copia del objeto, teniendo uno fracturado y uno entero; por lo que se intercambia la esfera no fracturada y la fracturada. Por su parte, se ha aplicado el modificador *Smooth* y se ha animado el factor de actuación, de manera que produce que se vayan marcando los agujeros entre los trozos de la esfera progresivamente.



*Figura 5.93 Herramienta Cell Fracture*

*Fuente: Elaboración propia*

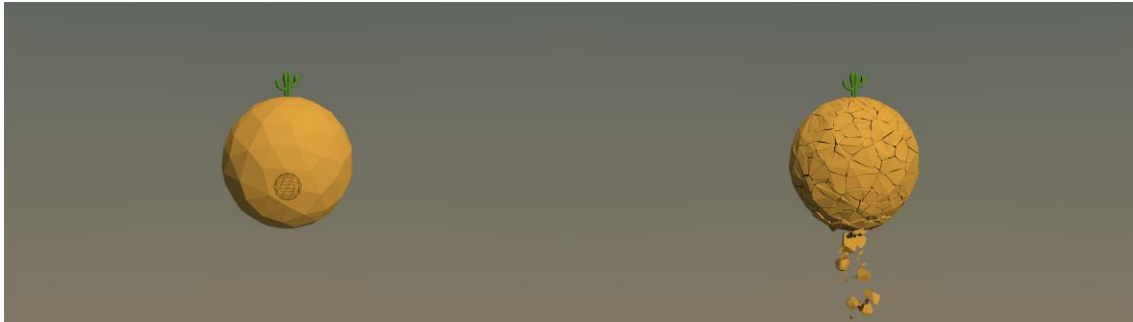


*Figura 5.94 Herramienta Smooth*

*Fuente: Elaboración propia*

A continuación se ha creado un sistema de partículas con algunos trozos del planeta fracturado, para que caigan desde los vértices de la parte inferior del mismo. Por

último, se han extruido los trozos de la parte de abajo hacia fuera y se ha animado mediante *Shape Keys*.



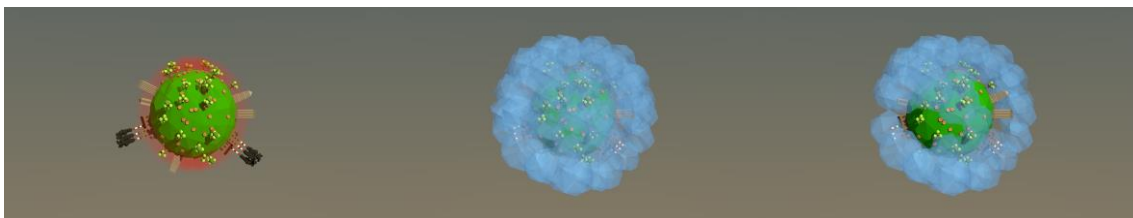
*Figura 5.95 Animación de la escena 11*

*Fuente: Elaboración propia*

### 5.11.12 Escena 12

En esta escena también tenemos dos partes. En la primera parte, se ha animado tanto el humo de las fábricas, de la misma manera que se ha visto anteriormente, como la intensidad del color rojo de la esfera con el material de tipo *Halo* que se encuentra encima de la esfera principal.

En la segunda parte, el sistema de partículas utilizado para crear las nubes, se ha aplicado y se ha eliminado, de manera que se consigue tener las partículas como objetos individuales que podemos modificar de diferente manera. Con esto, primero se han animado todas las nubes a la vez, escalándolas hasta cubrir toda la esfera. Para acabar, se ha hecho desaparecer algunas nubes en distintos tiempos, escalándolas a 0, de manera que creamos dos agujeros en las nubes.

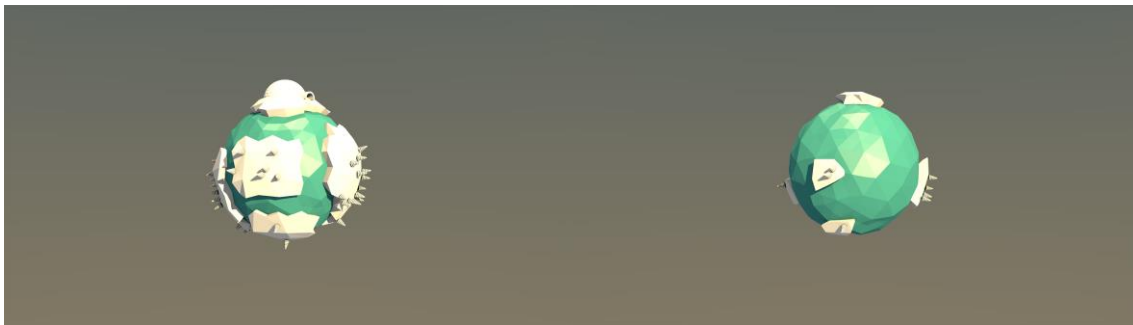


*Figura 5.96 Animación de la escena 12*

*Fuente: Elaboración propia*

### 5.11.13 Escena 13

En la escena 13 primero se ha animado la superficie de la esfera mediante el modificador *Wave*, para simular el efecto del agua. A continuación se han fracturado los trozos de hielo mediante *Cell Fracture* y se han animado individualmente, introduciéndolos en el agua en distintos tiempos. De la misma manera, se ha animado el iglú y los pinos de los trozos que caen, los cuales se han separado del sistema de partículas.



*Figura 5.97 Animación de la escena 13*

*Fuente: Elaboración propia*

### 5.11.14 Escena 14

En esta escena se ha animado la aparición de los distintos elementos de los sistemas de partículas que conforman los objetos de la superficie de la esfera, de manera que cada tipo se escala en un tiempo distinto. Además, se ha animado el charco verde mediante el modificador *Wave* para simular un líquido.



*Figura 5.98 Animación de la escena 14*

*Fuente: Elaboración propia*



### 5.11.15 Escena 15

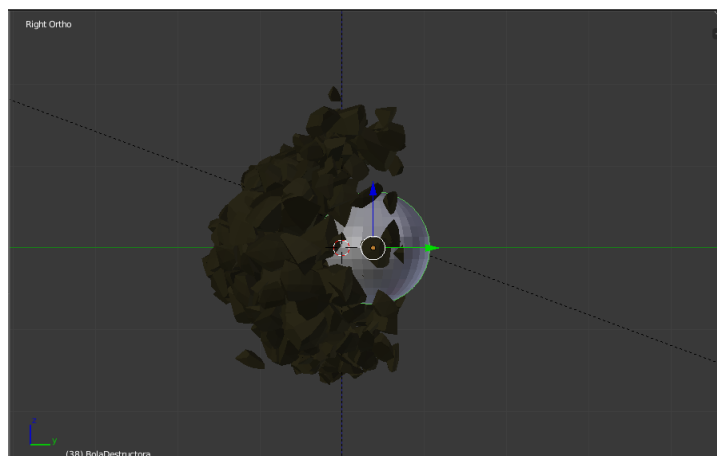
Para la escena 15 se ha vuelto a utilizar la herramienta *Cell Fracture* en la esfera, la cual se ha subdividido para tener más vértices y crear mejor efecto al fracturar. Una vez se ha fracturado la esfera, se han aplicado físicas para crear la explosión. Para ello, primero se ha aplicado un *Rigid Body* a todos los trozos de la esfera, es decir, se indica que estos van a estar afectados por físicas. Este *Rigid Body* se hace de tipo *Active*, de manera que sea controlado por la simulación y no manualmente. Además, se ha creado una esfera y se ha aplicado un *Rigid Body* de tipo *Passive*, de manera que se controla mediante animación.



*Figura 5.99 Aplicación de físicas mediante Rigid Body*

*Fuente: Elaboración propia*

Con esto se ha animado la esfera pasiva, la última creada, para que avance desde atrás del planeta hasta chocar contra él. De esta manera, mediante la simulación de físicas, cuando la esfera pasiva alcanza el planeta, este explota en todos sus trozos, los cuales vuelan hasta desaparecer por los bordes de la escena.



*Figura 5.100 Creación de la explosión del planeta*

*Fuente: Elaboración propia*



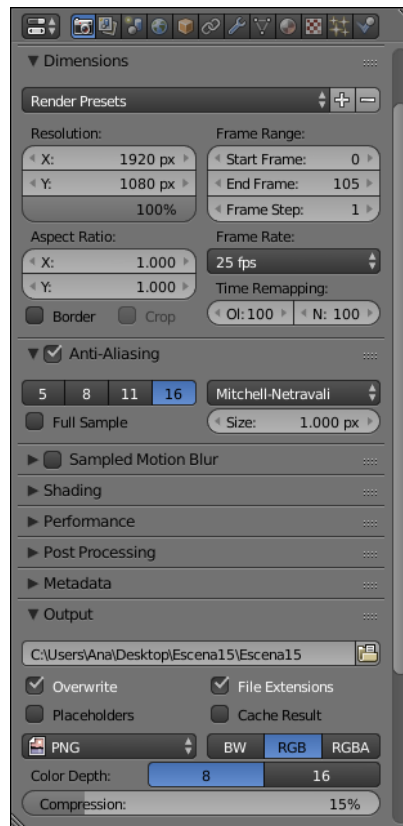
*Figura 5.101 Animación de la escena 15*

*Fuente: Elaboración propia*

## 5.12 Renderizado

Conforme se ha realizado toda la animación del cortometraje, se ha pasado al renderizado de cada una de las escenas. Para ello, se ha elegido una resolución de 1920x1080 píxeles, a 25 fps. Además, al renderizar se puede obtener el cortometraje completo en un formato de vídeo, o se puede obtener en formato imagen fotograma por fotograma, es decir, obteniendo una imagen por cada uno de los fotogramas que conforman el vídeo. En este caso, se ha decidido renderizar en formato PNG, obteniendo una imagen por fotograma, debiéndose juntar todos los fotogramas para obtener la animación. Esta decisión ha venido dada debido a que de esta manera es mejor a la hora de realizar cambios o cuando aparecen errores renderizando que puedan frenar el proceso, ya que sólo es necesario volver a renderizar aquellos fotogramas que se precisen, sin

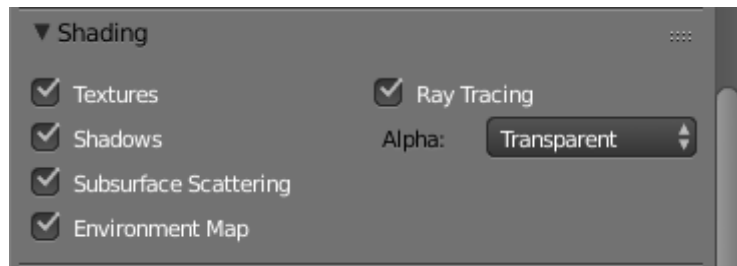
necesidad de hacer el vídeo entero de nuevo. Además, se ha utilizado el renderizador de *Blender* ya que ha proporcionado una buena calidad para este proyecto en concreto.



*Figura 5.102 Valores del renderizado*

*Fuente: Elaboración propia*

En el caso de la escena 1 se ha tenido que renderizar, por un lado, la animación del paisaje con el tren y, por otro, la animación del tren únicamente con un fondo transparente, ya que es necesario para el siguiente montaje. Para conseguir esto, el tren se ha pasado a una capa distinta y se ha renderizado cambiando el *Shading* de *Sky* a *Transparent*, de forma que no se renderiza el fondo que conforma el cielo de la animación, sino que se renderiza con un fondo transparente.



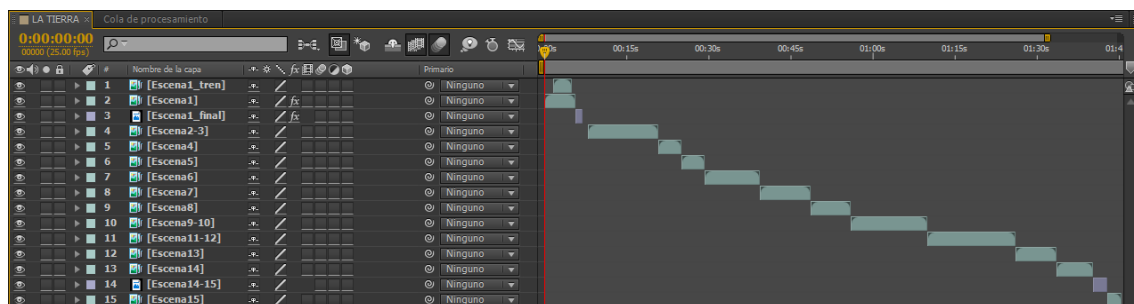
*Figura 5.103 Renderizado con fondo transparente*

*Fuente: Elaboración propia*

## 5.13 Montaje

Una vez se han obtenido todas las imágenes que conforman la animación mediante el render, se pasa al montaje del cortometraje. Es decir, se juntan todas las imágenes para crear el vídeo animado, y añadir las letras y efectos.

Para realizar el montaje se ha utilizado *Adobe After Effects*. En él, se ha creado un proyecto y se han importado todas las imágenes como secuencias, divididas por escenas. Es decir, se ha obtenido una secuencia de imágenes por cada una de las escenas, situando las imágenes una detrás de otra con un fotograma de duración, siendo de 25 fps. A continuación, se ha creado una composición en la que se ha introducido todas las escenas por orden, cambiando el punto de inicio de cada una.

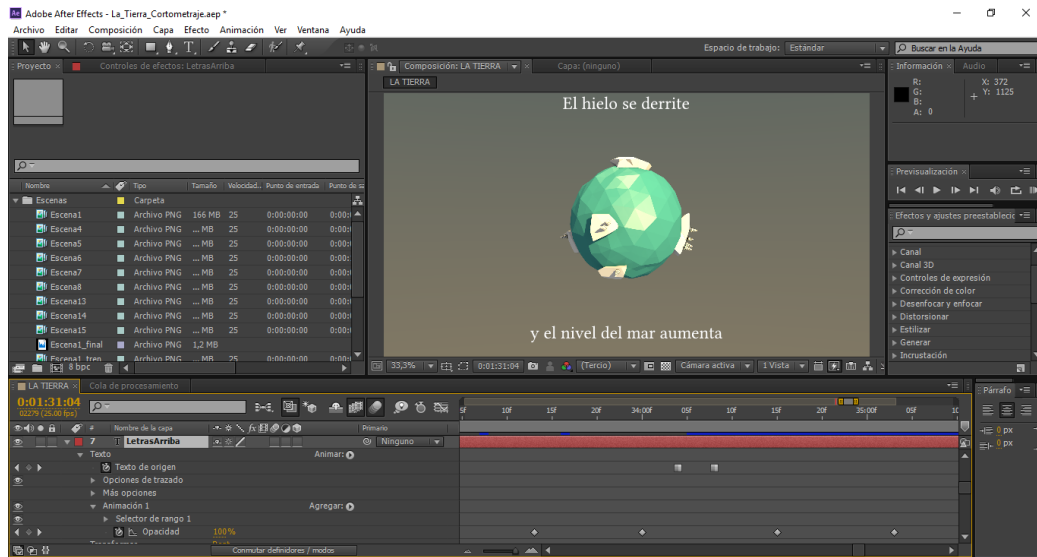


*Figura 5.104 Montaje de las escenas por orden en After Effects*

*Fuente: Elaboración propia*

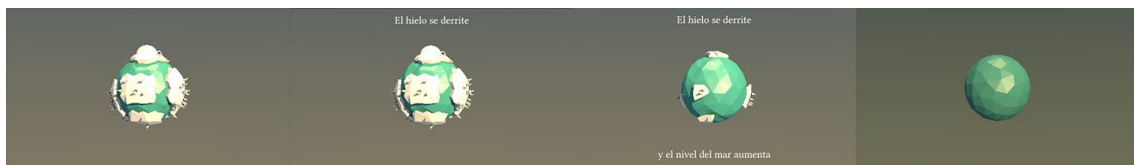
Con todas las escenas colocadas, se ha añadido dos capas de texto, una arriba y otra abajo del planeta, ambas centradas. Estas capas se han animado cambiando el texto

en cada escena y cambiando su opacidad, para que aparezcan y desaparezcan en los momentos adecuados.



*Figura 5.105 Montaje del texto arriba y abajo*

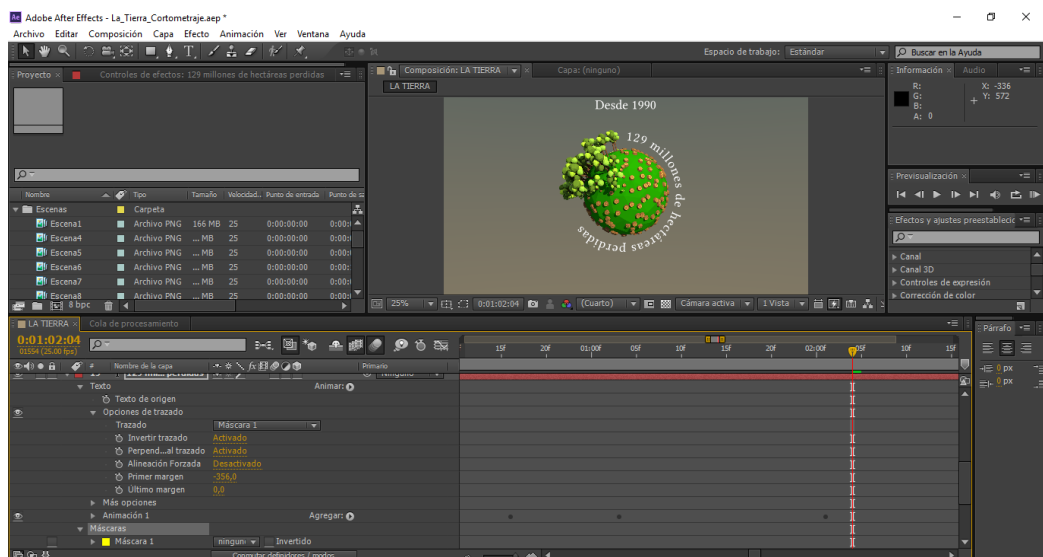
*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 5.106 Animación de las letras*

*Fuente: Elaboración propia*

También se han añadido otras capas de texto para algunas de las escenas, en las cuales hay texto rodeando el planeta. Una de estas capas es la de la escena 9, en la que el texto rodea el planeta con las letras a medida que los árboles van desapareciendo. Para realizar este efecto, se ha creado una máscara en forma de círculo en el texto y se ha aplicado el trazado del mismo a esta máscara, de manera que el texto crea el círculo con las letras. Por último, se ha animado la opacidad del texto, cambiando el inicio del efecto, para hacer aparecer las letras del texto una a una conforme avanza la desaparición de árboles.



*Figura 5.107 Montaje del texto rodeando el planeta*

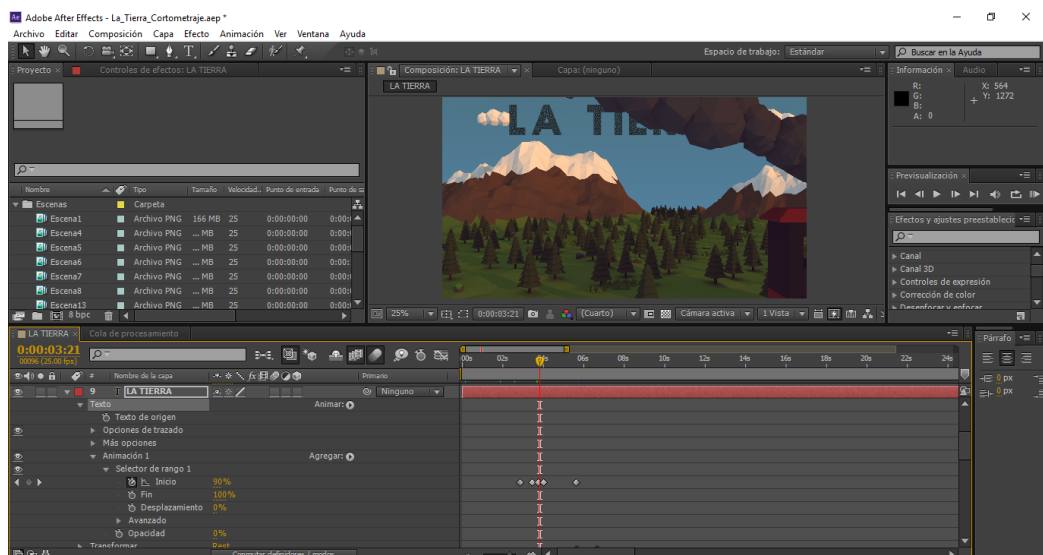
*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 5.108 Animación de letras redondeando el planeta*

*Fuente: Elaboración propia*

En la escena 1, en la que aparece el título del cortometraje, se ha añadido tanto la escena con el paisaje y el tren juntos, como la del tren con fondo transparente. De esta forma, poniendo entre ambas capas el texto del título, queda por debajo del humo del tren y por encima del paisaje. Además, se ha animado el título para que aparezca letra por letra conforme el humo va pasando por ella.



*Figura 5.109 Creación del título del cortometraje*

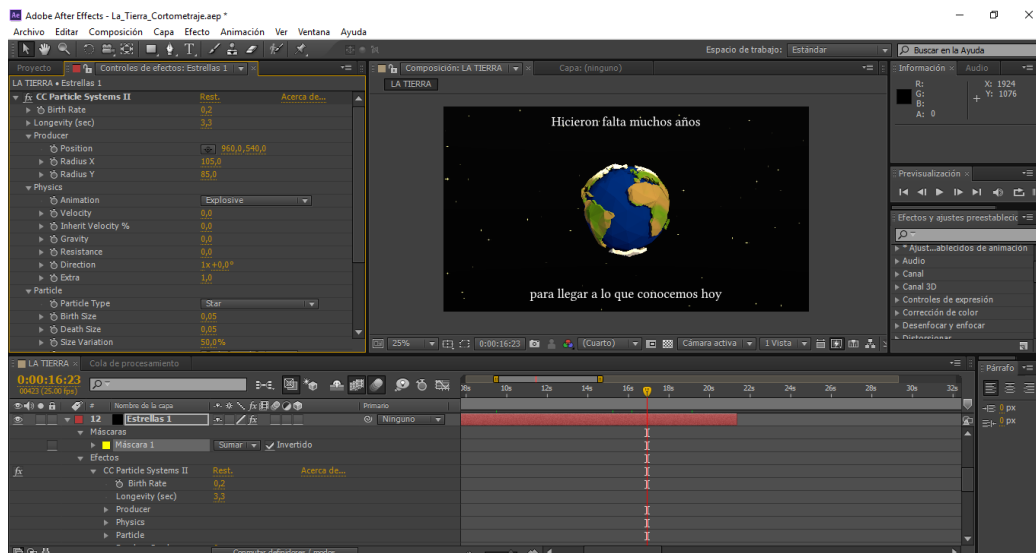
*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 5.110 Animación del título del cortometraje*

*Fuente: Elaboración propia*

Otros efectos creados son los de las estrellas en algunas escenas. Para obtener esto, se ha creado un sólido negro al que se le ha aplicado el efecto de *After Effects*, llamado *CC Particle Systems II*, el cual permite crear un efecto de partículas. Cambiando las partículas a estrellas, eliminando la gravedad y la velocidad y cambiando otros valores, se ha conseguido un efecto en el que aparecen estrellas y van desapareciendo y apareciendo otras. Además, creando una máscara de círculo alrededor del planeta e invirtiéndola, se consigue que no aparezcan estrellas encima del planeta.



*Figura 5.111 Creación del efecto de estrellas*

*Fuente: Elaboración propia*

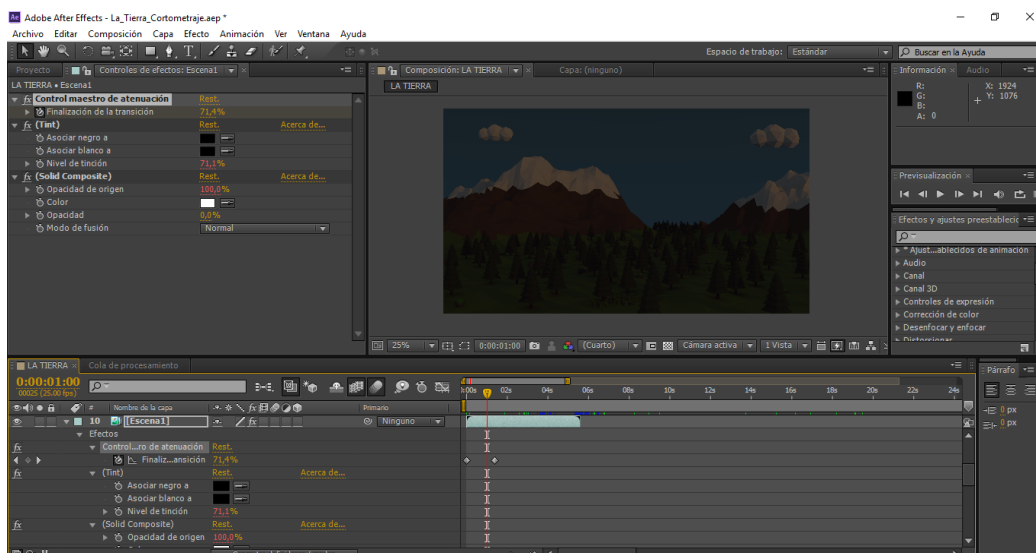


*Figura 5.112 Animación del efecto de estrellas*

*Fuente: Elaboración propia*

Por último, se ha aplicado un efecto de fundido a negro al principio y al final del cortometraje, mediante el efecto *Control maestro de atenuación*, de manera que al principio se empiece en negro hasta aparecer el paisaje, y al final se acabe en negro.





*Figura 5.113 Creación de fundido negro*

*Fuente: Elaboración propia*



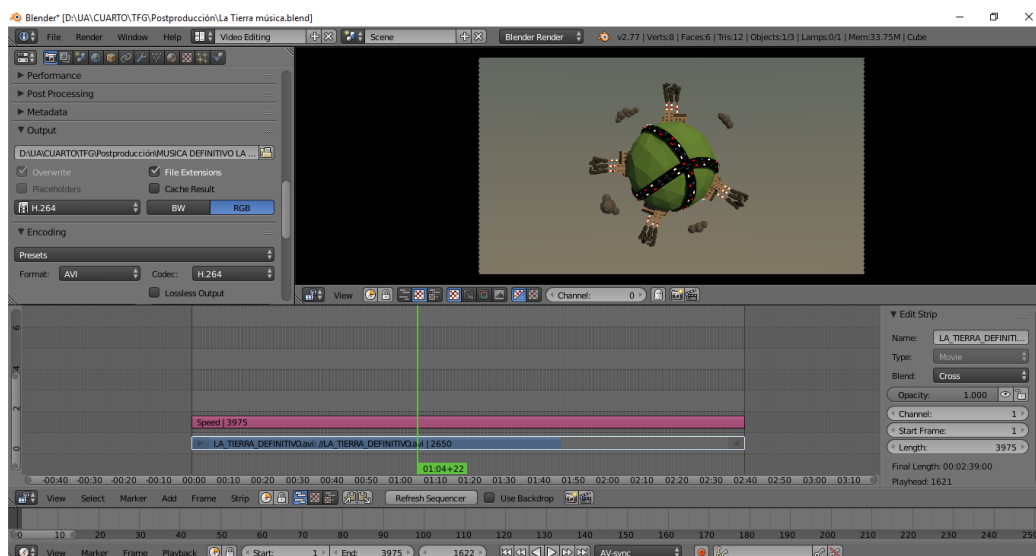
*Figura 5.114 Animación del fundido negro*

*Fuente: Elaboración propia*

Una vez realizado todo esto, se ha pasado a procesar la composición para obtener el vídeo resultado. Para ello, se ha añadido la composición a la cola de procesamiento, se ha elegido el formato AVI sin compresión y se ha elegido el archivo de salida. A continuación se ha procesado y al terminar el procesado, se ha obtenido un vídeo de 15,3GB, por lo que, al ser demasiado grande el archivo, se debe comprimir. Además, la velocidad del vídeo era demasiado rápida, por lo que se ha realizado una ralentización del vídeo. Para todo esto, se ha utilizado el editor de vídeo de *Blender*, el cual nos permite añadir vídeos, sonidos, imágenes, etc., además de editarlos.

En *Blender* se cambia el espacio de trabajo a *Video Editing* para poder utilizar el editor de vídeo. En él se ha añadido el vídeo antes creado con *After Effects* y se ha añadido el efecto de control de velocidad, multiplicando la velocidad del vídeo por 1,5. Por último,

cuando se renderiza mediante el renderizador de *Blender*, en el formato de vídeo H.264, se obtiene un vídeo en AVI con un tamaño mucho menor que el anterior.



*Figura 5.115 Producción final del vídeo en el editor de vídeo de Blender*

*Fuente: Elaboración propia*

## 5.14 Audio

Para incorporar todos los sonidos y música del vídeo, se ha utilizado de nuevo el editor de vídeo de *Blender*, ya que permite añadir, editar y visualizar fácilmente el resultado.

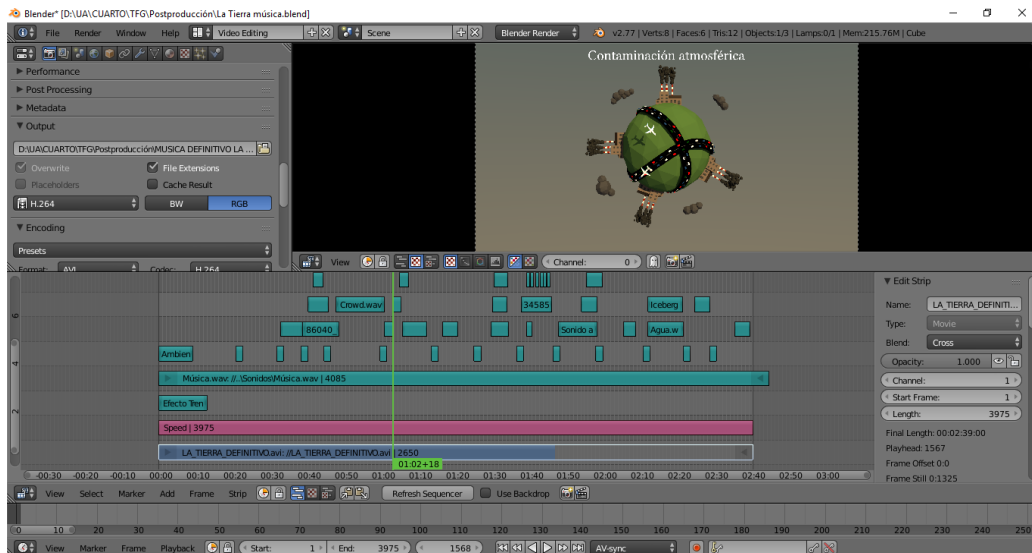
Primero se ha seleccionado una música de fondo para todo el cortometraje. Para ello, se ha utilizado la página web <http://www.audionetwork.com/>, la cual regala 10 canciones de muestra cuando se registra una cuenta nueva. Debido a que se deseaba añadir efectos de sonido, se ha buscado una música lenta, sencilla y con pocos instrumentos, que no interfirieran en los efectos. Además, es una música con tonos tristes, ya que el corto no debe transmitir felicidad, sino que está mostrando una realidad triste y preocupante. La canción seleccionada se llama *Empty* y está creada por *Helen Jane Long*.

Una vez seleccionada la música, se ha pasado a la búsqueda de efectos de sonido adaptados a la animación. Para ello, se ha utilizado la página web <https://www.freesound.org/>, la cual permite descargar efectos de sonido con licencias Creative Commons, que, en función del caso, el sonido puede ser de licencia cero, licencia de atribución o licencia de atribución y no comercial.

En este caso, se han elegido algunos efectos con licencia de atribución, por lo que se debe nombrar al autor del sonido. Para ello, se va a hacer una lista de estos sonidos con los enlaces a la página de descarga, en la que aparece el nombre del sonido y el autor del mismo:

- <https://www.freesound.org/people/harpoyume/sounds/86082/>
- <https://www.freesound.org/people/soundslikewillem/sounds/343748/>
- <https://www.freesound.org/people/juskiddink/sounds/108640/>
- <https://www.freesound.org/people/unfa/sounds/211146/>
- <https://www.freesound.org/people/hargisssound/sounds/345851/>
- <https://www.freesound.org/people/SunnySideSound/sounds/67093/>
- <https://www.freesound.org/people/Benboncan/sounds/67884/>
- <https://www.freesound.org/people/hargisssound/sounds/345852/>
- <https://www.freesound.org/people/ivolipa/sounds/345995/>
- <https://www.freesound.org/people/nextmaking/sounds/86040/>
- <https://www.freesound.org/people/Hitrison/sounds/216675/>

Con todos los sonidos descargados, se ha procedido a editarlos mediante el software *Audacity*, para recortar o añadir efectos de aparición y desaparición. Y una vez editados, se han añadido en el editor de vídeo de *Blender*, modificando el tiempo de inicio de cada uno, para que comiencen a sonar en el momento adecuado. Además, se ha controlado el volumen de las pistas, para que todos los sonidos concuerden.



*Figura 5.116 Montaje del vídeo con sonidos en Blender*

*Fuente: Elaboración propia*

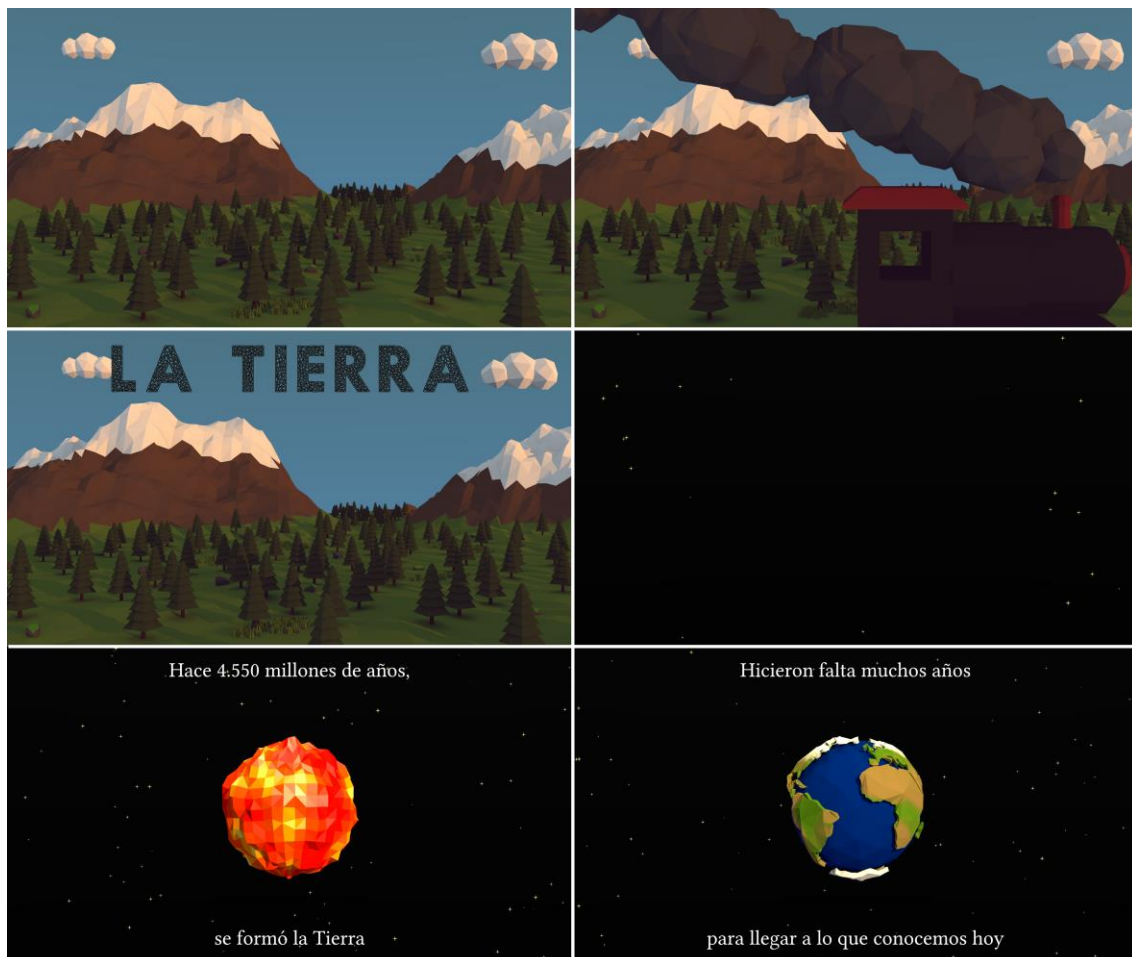
Cuando se han colocado todos los sonidos, se ha pasado a renderizar el vídeo final en *Blender* en formato H.264 y el audio en MP3.

## 6 Resultados

Una vez se han concluido todas las etapas necesarias para realizar una producción de animación 3D, se ha obtenido un cortometraje de animación con un buen nivel, cumpliendo con todos los objetivos propuestos al comienzo del desarrollo y con la calidad deseada. Todas las partes se han llevado a cabo, obteniendo el resultado esperado de manera satisfactoria. Este resultado final se puede ver en el siguiente enlace de *YouTube*, en el que se ha subido el vídeo completo del cortometraje *La Tierra*:

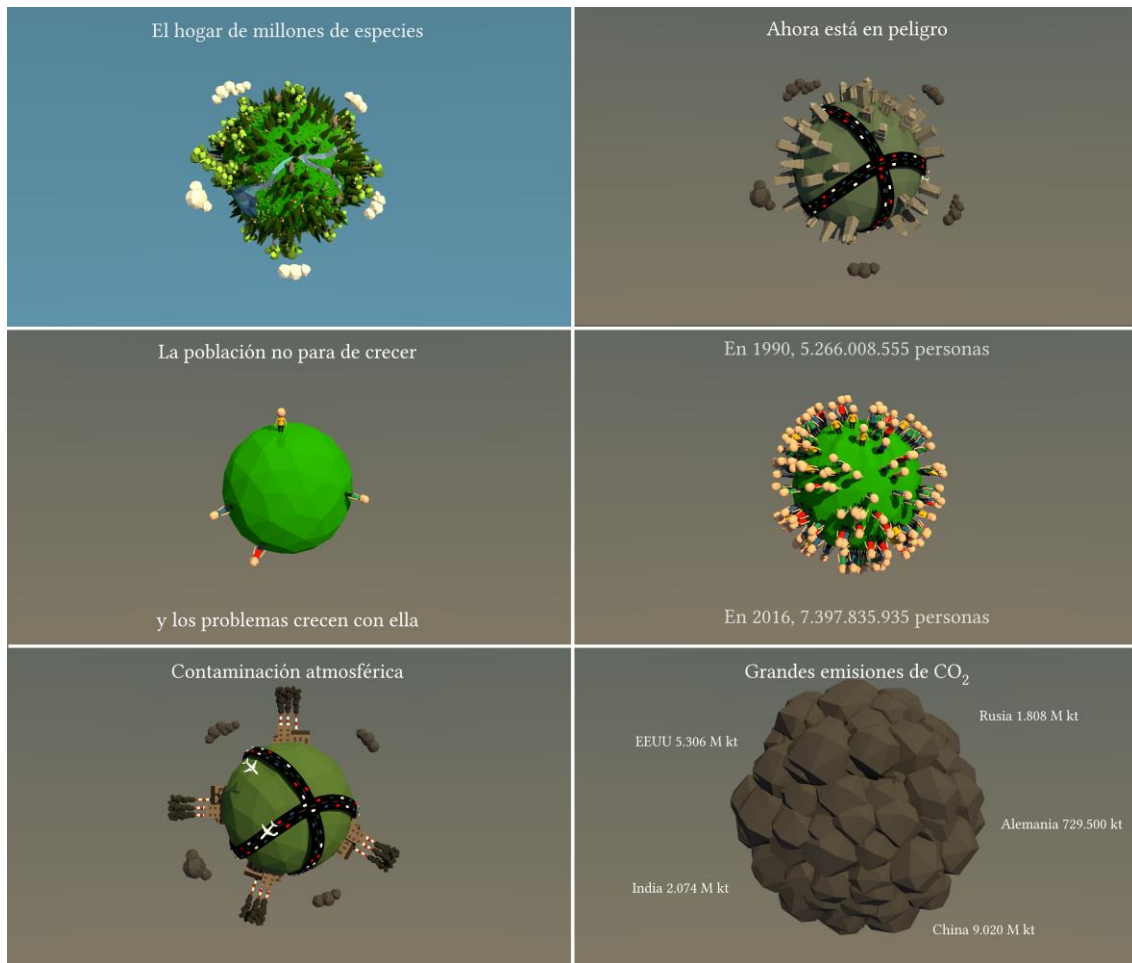
**<https://www.youtube.com/watch?v=tovV-cJ8ID4>**

Por último, este resultado final se puede ver también en las siguientes capturas de imágenes tomadas del vídeo:



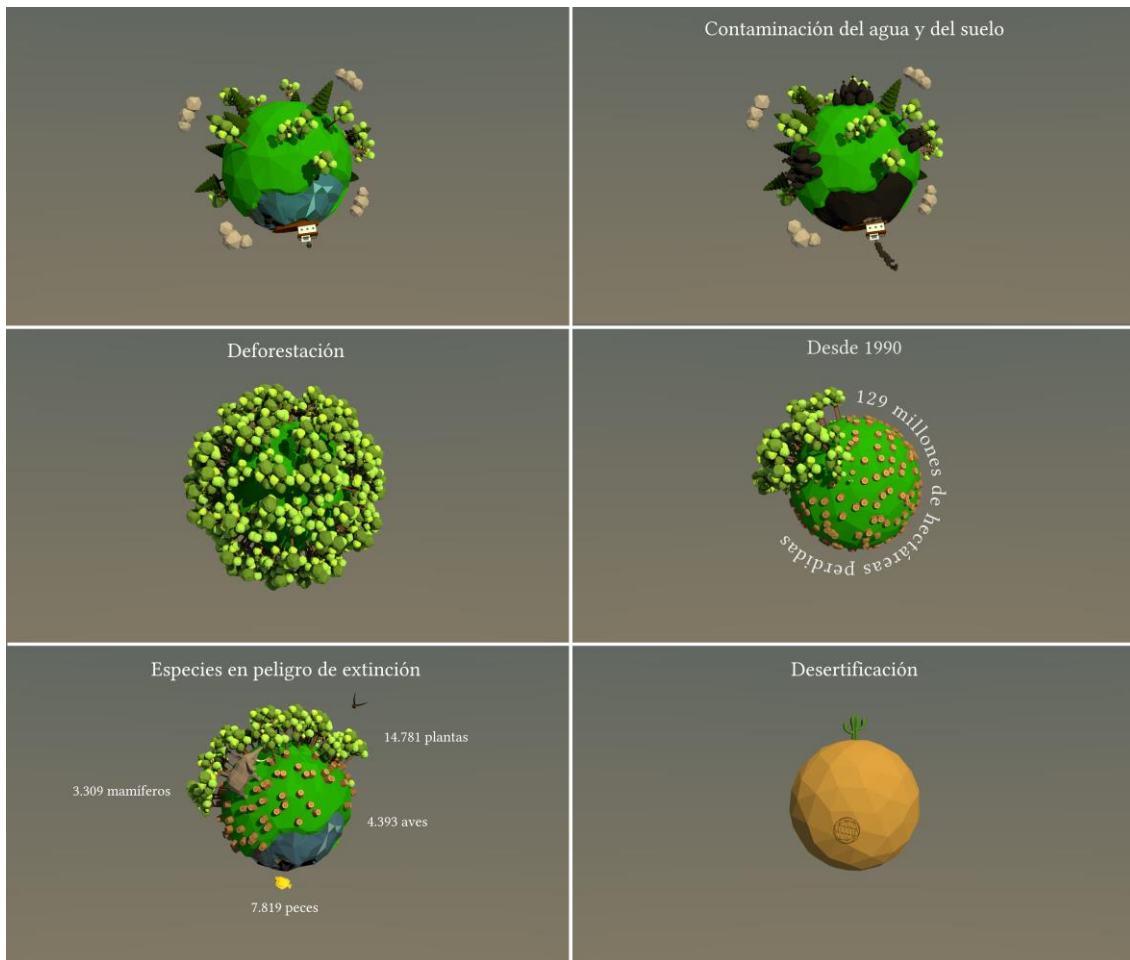
*Figura 6.1 Resultado del cortometraje 1*

*Fuente: Elaboración propia*



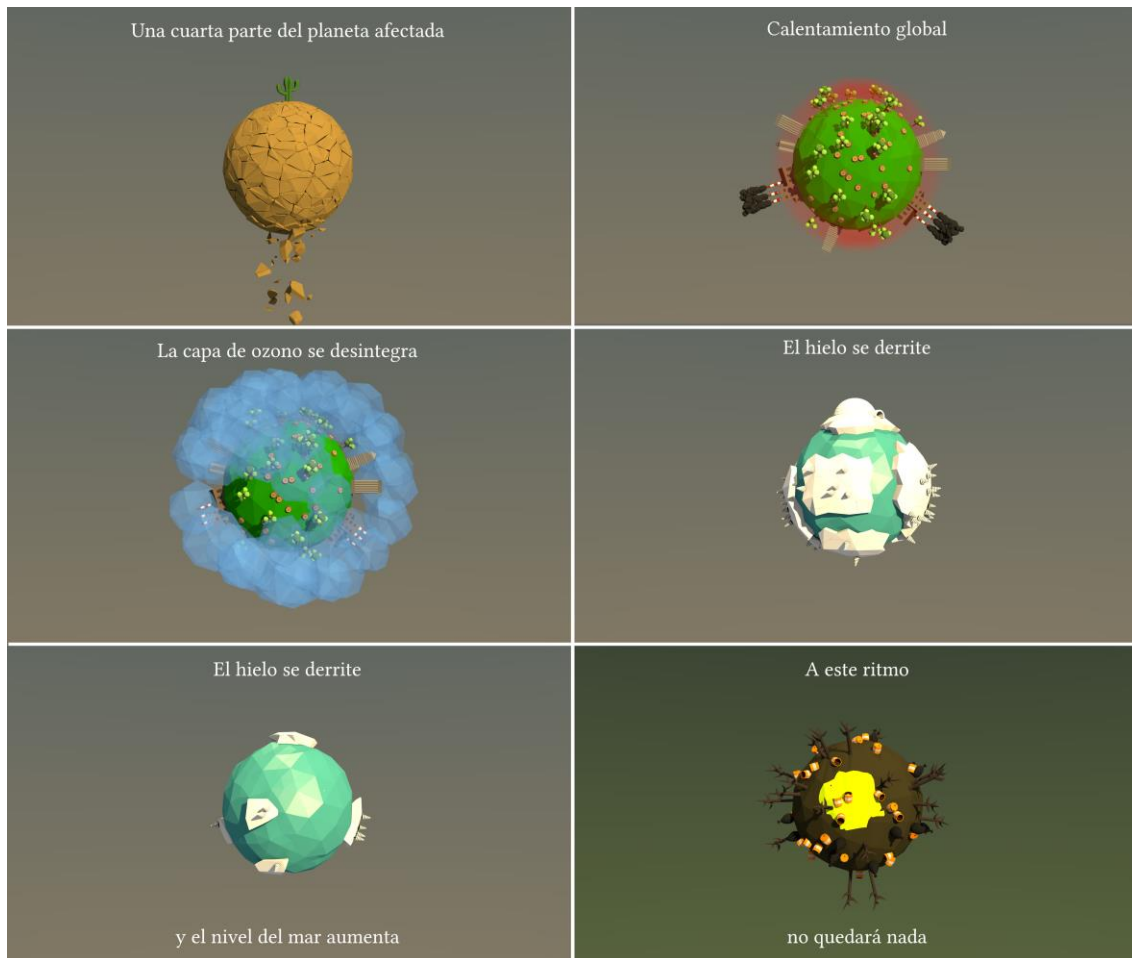
*Figura 6.2 Resultado del cortometraje 2*

*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 6.3 Resultado del cortometraje 3*

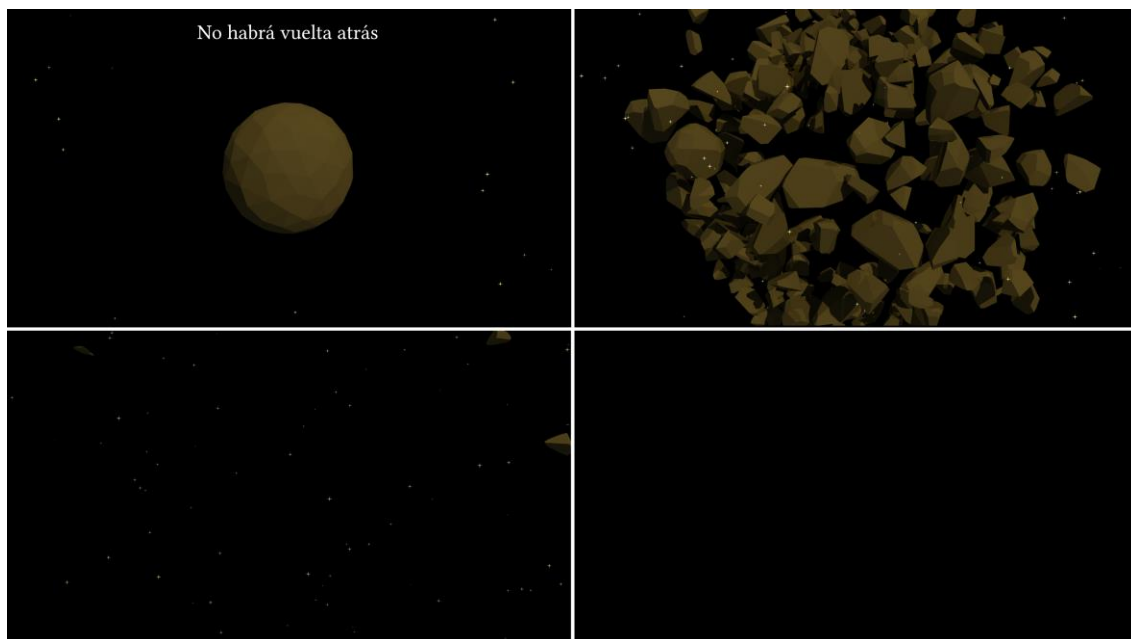
*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 6.4 Resultado del cortometraje 4*

*Fuente: Elaboración propia*





*Figura 6.5 Resultado del cortometraje 5*

*Fuente: Elaboración propia*

## 7 Conclusiones

Como conclusión general, se puede determinar que se ha conseguido realizar el proyecto de forma exitosa, logrando el resultado deseado. El objetivo principal de este trabajo era la creación de un cortometraje de animación 3D, el cual se ha conseguido en su totalidad, obteniendo una animación tal y como se había pensado desde el principio; pasando por las distintas partes que componen la producción de animaciones de este tipo.

Por otra parte, los objetivos específicos se han logrado conseguir de igual manera, por lo que se va a analizar alguno de ellos individualmente.

El primer objetivo específico marcado fue el de definir las distintas fases de creación de un cortometraje de animación 3D, el cual se ha conseguido satisfactoriamente. Para realizar este proyecto, se ha comenzado por la preproducción mediante la definición de la idea, el guion, el *storyboard* y los bocetos; se ha seguido por la producción, con el modelado, iluminado, texturizado y animación de todos los elementos del cortometraje; y por último, se ha terminado con la postproducción, añadiendo todos los textos, efectos y audio necesarios para tener un resultado de calidad.

El siguiente objetivo fue el de aplicar los conocimientos adquiridos en la universidad, además de adquirir nuevos conocimientos relacionados con el proyecto. Esto ha sido necesario, ya que muchas de las tareas a realizar no se conocían con anterioridad, por lo que ha sido necesario informarse, profundizar y estudiar distintas técnicas, para conseguir las animaciones deseadas con gran calidad.

Otro propósito logrado ha sido el de conocer la herramientas utilizadas para la producción 3D, eligiendo las más adecuadas a nuestros requisitos y adquiriendo los conocimientos necesarios para obtener todo aquello que se había propuesto. Todas las herramientas utilizadas ya se conocían con anterioridad, sin embargo, se ha tenido que profundizar en ellas, ya que no se tenía un conocimiento demasiado amplio y profundo sobre las distintas técnicas que ofrecen. En el caso de *Blender*, aunque ya se había utilizado para modelar, nunca se había usado para animar. En este proyecto, todas las animaciones se han hecho con *Blender*, partiendo de ningún conocimiento al respecto, por lo que ha sido necesaria la búsqueda de información.

Por otra parte, se ha conseguido representar una historia con un mensaje reivindicativo, que haga que el espectador reflexione y tome conciencia. El resultado ha sido un vídeo animado en el que se muestran todos los problemas medioambientales a los que se enfrenta la Tierra hoy en día, además de indicar mediante texto, datos y explicaciones.

Por último, se han superado todos los problemas que han surgido a lo largo de este proceso, se han buscado soluciones y se ha conseguido obtener nuevos conocimientos, por lo que se ha demostrado que se está capacitado para aprender y adaptarse a las nuevas tecnologías y ser capaz de solventar cualquier obstáculo que surja a lo largo del desarrollo de un proyecto, algo que es muy importante en este sector, ya que el mundo informático, y en particular, el de la animación por computador, evoluciona continuamente.

## 8 Bibliografía y referencias

Adobe After Effects. (s.f.). En Wikipedia. Recuperado el 16 de julio de 2016 de

[https://es.wikipedia.org/wiki/Adobe\\_After\\_Effects](https://es.wikipedia.org/wiki/Adobe_After_Effects)

AeroFred. (s.f.). Kc 135r. [Ilustración]. Recuperado de

[http://aerofred.com/details.php?image\\_id=87170](http://aerofred.com/details.php?image_id=87170)

Animación por computadora. (s.f.). En Wikipedia. Recuperado el 10 de julio de 2016 de

[https://es.wikipedia.org/wiki/Animaci%C3%B3n\\_por\\_computadora](https://es.wikipedia.org/wiki/Animaci%C3%B3n_por_computadora)

Animación por ordenador. (2004). Recuperado de

<http://dis.um.es/~jfernand/0405/tsm/tema5.pdf>

Animación por ordenador. (s.f.). Recuperado de

[http://sabia.tic.udc.es/gc/Contenidos%20adicionales/trabajos/Peliculas/Animacion/TIM\\_04\\_Animacion.html](http://sabia.tic.udc.es/gc/Contenidos%20adicionales/trabajos/Peliculas/Animacion/TIM_04_Animacion.html)

ART FAN 3D STUDIO. [ART FAN 3D STUDIO]. (2016, Febrero 7). Introduction

Blender low poly water. [Archivo de video]. Recuperado de

<https://www.youtube.com/watch?v=2kZuTdxMBZU>

Audacity. (s.f.). Recuperado de <http://audacity.es/>

Bitmap. (s.f.). En Wikipedia. Recuperado el 13 de julio de 2016 de

<https://en.wikipedia.org/wiki/Bitmap>

Blender. (s.f.). Recuperado de <https://www.blender.org/>

Cain, J. (2011). Texturing for 3D – A journey through pixels. En Motion League.

Recuperado de <http://motionleague.com/2011/05/texturing-for-3d-a-journey-through-pixels/>

- Calentamiento global. (s.f.). En Wikipedia. Recuperado el 15 de julio de 2016 de [https://es.wikipedia.org/wiki/Calentamiento\\_global](https://es.wikipedia.org/wiki/Calentamiento_global)
- Cambio climático en el medio ambiente. (s.f.). En Wikipedia. Recuperado el 17 de julio de 2016 de [https://es.wikipedia.org/wiki/Cambio\\_clim%C3%A1tico\\_en\\_el\\_medio\\_ambiente](https://es.wikipedia.org/wiki/Cambio_clim%C3%A1tico_en_el_medio_ambiente)
- Casas, L., & Ulldemolins, A. (s.f.). Técnicas de iluminación. Universitat Oberta de Catalunya. Recuperado de [https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Animacion\\_3D/Animacion\\_3D\\_\(Modulo\\_3\).pdf](https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Animacion_3D/Animacion_3D_(Modulo_3).pdf)
- Causas y efectos de los Problemas Ambientales. (s.f.). En monografías. Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos34/problemas-ambientales/problemas-ambientales.shtml>
- Contaminación. (s.f.). En Wikipedia. Recuperado el 19 de julio de 2016 de <https://es.wikipedia.org/wiki/Contaminaci%C3%B3n>
- Corporación Colombia Digital. (2012). Historia de la animación digital. En Colombia Digital. Recuperado de: <http://colombiadigital.net/actualidad/articulos-informativos/item/1410-animacion-digital-en-el-mundo.html>
- Deforestación. (s.f.). En Wikipedia. Recuperado el 17 de julio de 2016 de <https://es.wikipedia.org/wiki/Deforestaci%C3%B3n>
- Desertificación. (s.f.). En Greenfacts. Recuperado de <http://www.greenfacts.org/es/desertificacion/l-3/1-definicion-desertificacion-desertizacion.htm#0p0>
- Desertificación. (s.f.). En Wikipedia. Recuperado el 20 de julio de 2016 de <https://es.wikipedia.org/wiki/Desertificaci%C3%B3n>

Dillongoo. [dillongootoo]. (2016, Abril 7). How to rig ANYTHING in Blender- Part 1 [Archivo de video]. Recuperado de

<https://www.youtube.com/watch?v=eF4CuIX40XE>

Diseño gráfico en cine. Storyboard. (s.f.) En Diloengrafico. Recuperado el 12 de julio de 2016 de

<https://diloengrafico.wikispaces.com/Dise%C3%B1o+Gr%C3%A1fico+en+cine.+Storyboard?responseToken=09d2cc6d2ea015678f102e55b1b68a748>

Dwindi Ramadhana. [Dwindi Ramadhana]. (2016, Marzo 3). Low Poly Earth Speed Art Cinema 4D. [Archivo de video]. Recuperado de

<https://www.youtube.com/watch?v=pPPqYFHFyrE>

Elephant Side View. (s.f.). [Ilustración]. Recuperado de <http://becuo.com/elephant-side-view>

Estudio de animación. (s.f.). En Wikipedia. Recuperado el 11 de julio de 2016 de

[https://es.wikipedia.org/wiki/Estudio\\_de\\_animaci%C3%B3n](https://es.wikipedia.org/wiki/Estudio_de_animaci%C3%B3n)

FAO. (2015). Evaluación de los recursos forestales mundiales 2015 (FRA). En FAO.

Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i4868s.pdf>

Fernández, M. (2011). Modelado, texturizado y ajuste de malla. Madrid: E-Archivos Universidad Carlos III de Madrid. Recuperado de [http://e-](http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/12936/modelado_fernandez_2011_pp.pdf)

[archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/12936/modelado\\_fernandez\\_2011\\_pp.pdf](http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/12936/modelado_fernandez_2011_pp.pdf)  
[f;jsessionid=2044E679F1E3700A350533EA1407B2F3?sequence=1](http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/12936/modelado_fernandez_2011_pp.pdf)

Game Designing. (s.f.). The 50 Best Animation Studios in The World. En Game

Designing. Recuperado de <http://www.gamedesigning.org/animation-companies/>

Graficación por Computadora. (s.f.). Recuperado de

<https://sites.google.com/site/grafcomputacional/animacion-3d/texturizado>

- Gray, A. (s.f.). Introduction to 3D Modeling. En Animation Arena. Recuperado de <http://www.animationarena.com/introduction-to-3d-modeling.html>
- Guion cinematográfico. (s.f.). En Wikipedia. Recuperado el 12 de julio de 2016 de [https://es.wikipedia.org/wiki/Guion\\_cinematogr%C3%A1fico](https://es.wikipedia.org/wiki/Guion_cinematogr%C3%A1fico)
- Hager, J. (s.f.). Front View of African Elephant with a Pierced Ear, Masai Mara National Reserve, East Africa, Africa. [Ilustración]. Recuperado de [http://www.allposters.com/-sp/Front-View-of-African-Elephant-with-a-Pierced-Ear-Masai-Mara-National-Reserve-East-Africa-Africa-Posters\\_i3169375\\_.htm?stp=true](http://www.allposters.com/-sp/Front-View-of-African-Elephant-with-a-Pierced-Ear-Masai-Mara-National-Reserve-East-Africa-Africa-Posters_i3169375_.htm?stp=true)
- Heredia, V. (2012). Animación digital. Recuperado de <http://animacion.16mb.com/>
- Hipólito, N. (2014). Los mejores estudios de animación del mundo. En Arca. Recuperado de <http://arca.tv/algunos-de-los-mejores-estudios-de-animacion/>
- Hirakyou. (2016). Male SD Character Base Model. [Ilustración]. Recuperado de <https://3docean.net/item/male-sd-character-base-low-poly-model/15231219>
- Historia de la animación por computadora (2014). En 3D Train. Recuperado de <https://3dtrain.wordpress.com/2014/09/03/historia-de-la-animacion-por-computadora/>
- Historia de la animación por computadora. (s.f.). En Wikipedia. Recuperado el 10 de julio de 2016 de [https://es.wikipedia.org/wiki/Historia\\_de\\_la\\_animaci%C3%B3n\\_por\\_computadora](https://es.wikipedia.org/wiki/Historia_de_la_animaci%C3%B3n_por_computadora)
- La Tierra, hogar de todos. (s.f.). En Salvemos nuestro planeta. Recuperado de <http://www.salvemosnuestroplaneta.com/SalvemosPlaneta/descargas/LaTierraHogarDeTodos.pdf>

La Tierra. (s.f.). En Astronomía. Recuperado de

<http://www.astromia.com/solar/tierra.htm>

Los problemas ambientales y sus causas. (s.f.). En Medioambiente. Recuperado de

<http://www.medioambiente.gloobal.net/pdf/folleto-1.pdf>

Low poly. (s.f.). En Wikipedia. Recuperado el 13 de julio de 2016 de

[https://en.wikipedia.org/wiki/Low\\_poly](https://en.wikipedia.org/wiki/Low_poly)

Low-poly: tendencia de diseño web en 2014. (2014). En ePyME Digital. Recuperado de

<http://epymedigital.blogspot.com.es/2014/02/low-poly-tendencia-de-diseno-web-en-2014.html>

Manual de Blender. (s.f.). Recuperado de

<https://wiki.blender.org/index.php/Doc:ES/2.6/Manual>

Manuel Graphics. [Manuel Graphics]. (2014, Septiembre 26). Blender Tutorial:

Rigging. [Archivo de video] Recuperado de

<https://www.youtube.com/watch?v=V9hNLLWHRcw>

Manuel Graphics. [Manuel Graphics]. (2015, Mayo 17). Blender Tutorial: Low Poly

Train Track + Particle System Smoke. [Archivo de video] Recuperado de

<https://www.youtube.com/watch?v=PY6A77nSr2o>

Martínez-Salanova Sánchez, E. (s.f.). El cine de animación. Recuperado de

<http://www.uhu.es/cine.educacion/cineyeducacion/historiacineanimacion.htm>

Massman, M. [Micah Massman]. (2012, Marzo 28). Blender 2.62 Dynamic Paint with

Particles Tutorial. [Archivo de video]. Recuperado de

<https://www.youtube.com/watch?v=E8fTG3ISrjU>

Medio ambiente. (s.f.). En Wikipedia. Recuperado el 15 de julio de 2016 de

[https://es.wikipedia.org/wiki/Medio\\_ambiente](https://es.wikipedia.org/wiki/Medio_ambiente)



Milic, S. [ShortFilms]. (2014, Junio 14). The Forest “Fantastic Short Film”. [Archivo de video]. Recuperado de [https://www.youtube.com/watch?v=Kn\\_3TPsKsq4](https://www.youtube.com/watch?v=Kn_3TPsKsq4)

N787ZA Flight Test Airplane Boeing 787-8. (s.f.). [Ilustración]. Recuperado de <https://flyawaysimulation.com/downloads/files/3518/fsx-n787za-flight-test-airplane-boeing-787-8/>

National Geographic. (s.f.). En National Geographic. Recuperado de <http://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/calentamiento-global/calentamiento-global-definicion>

Notimérica. (2016). Los problemas medioambientales más graves que amenazan a Iberoamérica. Recuperado de <http://www.notimerica.com/sociedad/noticia-problemas-medioambientales-mas-graves-amenazan-iberoamerica-20160221075944.html>

Número de especies. (s.f.). En Wikipedia. Recuperado el 19 de julio de 2016 de [https://es.wikipedia.org/wiki/N%C3%BAmero\\_de\\_especies](https://es.wikipedia.org/wiki/N%C3%BAmero_de_especies)

Osorio Alzate, E.M. (s.f.). Creación de texturas y materiales Recuperado de <http://es.slideshare.net/rhinomaoso/modulo-de-creacion-de-texturas>

Parent, R. (1996). Computer Animation: Algorithms and techniques. En Siggraph. Recuperado de [https://www.siggraph.org/education/materials/HyperGraph/animation/rick\\_parent/Intr.html](https://www.siggraph.org/education/materials/HyperGraph/animation/rick_parent/Intr.html)

PigArt. [PigArt]. (2013, Diciembre 30). Blender Tutorial: Low poly forest assets!. [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=rtO9maU709k>

Pixar. (s.f.). En Wikipedia. Recuperado el 11 de julio de 2016 de <https://es.wikipedia.org/wiki/Pixar>

PouletFritesMayo boucher [PouletFritesMayo boucher]. (2015, Octubre 26). Blender on fait un igloo avec array, bend et empty. [Archivo de video]. Recuperado de [https://www.youtube.com/watch?v=V\\_e99zE\\_67I](https://www.youtube.com/watch?v=V_e99zE_67I)

Problemas ambientales previstos para el 2016. (2015). En El blog STB de acero. Recuperado de <https://stbdeacero.com/2015/12/31/problemas-ambientales-previstos-para-el-2016/>

Procedural texture. (s.f.). En Wikipedia. Recuperado el 13 de julio de 2016 de [https://en.wikipedia.org/wiki/Procedural\\_texture](https://en.wikipedia.org/wiki/Procedural_texture)

Renderización. (s.f.). En Wikipedia. Recuperado el 13 de julio de 2016 de <https://es.wikipedia.org/wiki/Renderizaci%C3%B3n>

Santana Ges, I. M. (2010). Problemática ambiental, crecimiento económico y avance tecnológico. Origen, debate actual y consecuencias. En Gestipolis. Recuperado de <http://www.gestipolis.com/problematica-ambiental-crecimiento-economico-avance-tecnologico/>

Shah, K. (2014). Claves para crear ilustraciones low poly en Blender. Recuperado de <http://cgi.tutsplus.com/es/tutorials/secrets-to-creating-low-poly-illustrations-in-blender--cg-31770>

Sinopsis. (s.f.). En Wikipedia. Recuperado el 11 de julio de 2016 de <https://es.wikipedia.org/wiki/Sinopsis>

Slick, J. (2016). 5 Common Pitfalls of Beginning Modelers. En AboutTech. Recuperado de <http://3d.about.com/od/Career-Resources/tp/5-Common-Pitfalls-Of-Beginning-Modelers.htm>

Técnicas de Modelado. (s.f.). Recuperado de <http://www.esi.uclm.es/www/cglez/fundamentos3D/02.02.Tecnicas.html>

- Texture mapping. (s.f.). En Wikipedia. Recuperado el 13 de julio de 2016 de [https://en.wikipedia.org/wiki/Texture\\_mapping](https://en.wikipedia.org/wiki/Texture_mapping)
- The CGBros. [The CGBros]. (2013, Septiembre 26). CGI Procedural Animated Short HD: “De Planeta” by Leonardo Cavaletti. [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=qARpMpHskTM>
- Tierra. (s.f.). En Wikipedia. Recuperado el 15 de julio de 2016 de <https://es.wikipedia.org/wiki/Tierra>
- Vila, C. (2000). Introducción a la Animación 3D. En Etérea. Recuperado de [http://www.etereaestudios.com/training\\_img/intro\\_3d/intro\\_3d.htm](http://www.etereaestudios.com/training_img/intro_3d/intro_3d.htm)
- Walt Disney Animation Studios. (s.f.). En Wikipedia. Recuperado el 11 de julio de 2016 de [https://es.wikipedia.org/wiki/Walt\\_Disney\\_Animation\\_Studios](https://es.wikipedia.org/wiki/Walt_Disney_Animation_Studios)
- WWF. (2015). Estos son los lugares más amenazados por la deforestación en el mundo. Recuperado de <http://www.wwf.org.co/?245790/Estos-son-los-lugares-ms-amenazados-por-la-deforestacin-en-el-mundo>
- ¿Qué es el Calentamiento Global? (s.f.). En Cambio Climatico Global. Recuperado de <http://cambioclimaticoglobal.com/que-es-el-calentamiento-global>
- 3D modeling. (s.f.). En Wikipedia. Recuperado el 12 de julio de 2016 de [https://en.wikipedia.org/wiki/3D\\_modeling](https://en.wikipedia.org/wiki/3D_modeling)
- 6 Problemas Ambientales que enfrenta nuestro Planeta. (s.f.). Recuperado de [https://4.bp.blogspot.com/-qdp-rfoCGak/VypzpgTGmfI/AAAAAAAAAJTs/1pXebH6VpjUoP\\_auiaJgEXaLRMQypVlnQCLcB/s1600/Infographic%2BFundeca%2B01.jpg](https://4.bp.blogspot.com/-qdp-rfoCGak/VypzpgTGmfI/AAAAAAAAAJTs/1pXebH6VpjUoP_auiaJgEXaLRMQypVlnQCLcB/s1600/Infographic%2BFundeca%2B01.jpg)

